

Геоинформатика. 2022. № 2. С. 18–24.  
*Geoinformatika*. 2022;(2):18–24.

### Применение ГИС-технологий

Научная статья  
 УДК 004.9

<https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-2-18-24>

## Геоинформационная технология для планирования и учета дорожного покрытия

© 2022 г. — Сергей Владимирович Еремеев<sup>1, а)</sup>, Мария Владимировна Егай<sup>1, б)</sup>, Артём Владимирович Абакумов<sup>1, в)</sup>

<sup>1</sup>Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»; Муром, Владимирская область, Россия

<sup>а)</sup>sv-eremeev@yandex.ru, <sup>б)</sup>mv-egai@yandex.ru, <sup>в)</sup>artem210966@yandex.ru

**Аннотация:** Рынок современных геоинформационных систем испытывает рост инноваций, поэтому исследование состояния геоинформационных объектов представляет интерес для развития регионов с целью повышения эффективности управления. В статье показаны тенденции и нововведения в сфере геоинформационных систем автомобильных дорог, рассмотрена разработка геоинформационной технологии для планирования и учета дорожного покрытия. Проведены экспериментальные исследования, которые позволили проанализировать отображение дорог на карте с различными временными характеристиками, а также произвести расчет стоимости дорожных работ.

**Ключевые слова:** геоинформационная технология, векторные объекты, дорожное покрытие

Для цитирования: Еремеев С.В., Егай М.В., Абакумов А.В. Геоинформационная технология для планирования и учета дорожного покрытия. // Геоинформатика. — 2022. — № 2. — С. 18–24. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-2-18-24>.

### Application of GIS-technologies

Original article

## Geoinformation technology for road surface planning and accounting

© 2022 — Sergey V. Eremeev<sup>1, а)</sup>, Maria V. Egai<sup>1, б)</sup>, Artyom V. Abakumov<sup>1, в)</sup>

<sup>1</sup>Murom Institute (branch), Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs; Murom, Vladimirskaya region, Russia

<sup>а)</sup>sv-eremeev@yandex.ru, <sup>б)</sup>mv-egai@yandex.ru, <sup>в)</sup>artem210966@yandex.ru

**Abstract:** The market of modern geoinformation systems is experiencing an increase in innovation. The study of the state of geoinformation objects is interesting for improving the efficiency of regional management. Trends and innovations in the field of geoinformation systems of highways are shown in the article. The development of geoinformation technology for planning and accounting of the road surface is considered. Experimental studies have made it possible to analyze the display of roads on the map with different time characteristics and calculate the cost of road works.

**Key words:** geoinformation technology, vector objects, road surface

For citation: Eremeev S.V., Egai M.V., Abakumov A.V. Geoinformation technology for road surface planning and accounting. *Geoinformatika*. 2022;(2):18–24. <https://doi.org/10.47148/1609-364X-2022-2-18-24>. In Russ.

### Введение

В настоящее время существует большое количество коммерческих программных продуктов, позволяющих решать широкий спектр задач для муниципальных геоинформационных систем [1]. Такие программные средства ориентированы на обработку пространственной и атрибутивной информации [4]. Особое значение уделяется автоматизированному учету и анализу дорожного покрытия городской инфраструктуры. Между такими объектами исследуются пространственные взаимосвязи [2] и разрабатываются методы пространственного анализа данных, которые в дальней-

шем используются в транспортной модели сети дорог [3].

Применяются также многофункциональные системы для учета ремонтных работ на автомобильных дорогах, позволяющие определять необходимые виды деятельности по реконструкции и ремонту дорожного покрытия, контролировать сроки и качество выполнения работ, вычислять показатели транспортно-эксплуатационного состояния дороги [5].

Геоинформационные системы (ГИС) автомобильных дорог активно развиваются в последнее время: взаимодействуют с различными подсисте-

мами, дополняются веб-поддержкой, осуществляется интеграция элементов ГИС в режиме реального времени, применяются для архивного хранения информации с последующим развертыванием на этапе эксплуатации [6]. ГИС позволяют по-разному воспринимать одну и ту же геопространственную информацию и по-новому представлять геовизуальные данные [7, 9].

Использование коммерческого программного обеспечения потребует вложения крупных инвестиций, и это не всем доступно. Поэтому в качестве альтернативы можно выбрать свободно распространяемое программное обеспечение, например, такие Open Source проекты, как Quantum Geoinformation System (QGIS). QGIS является бесплатной географической информационной системой с открытым кодом, которую можно применять в качестве базы для создания геоинформационных технологий.

Целью статьи является разработка геоинформационной технологии для учета дорог, требующих ремонта, а также для своевременного контроля и устранения дефектов покрытия автодорог на основе QGIS. Преимущество данного подхода — это простота в использовании и возможность доработки существующего функционала.

В работе предложены подсистемы для поиска и отображения состояния автомобильных дорог,

а также для расчета стоимости ремонта дорожного покрытия. Разработанная геоинформационная технология позволяет решить поставленную задачу средствами QGIS, включая QuickMapServices, QuickOSM, Plugin Builder, Plugin Reloader. Для создания геоинформационной технологии в среде QGIS использован язык программирования Python.

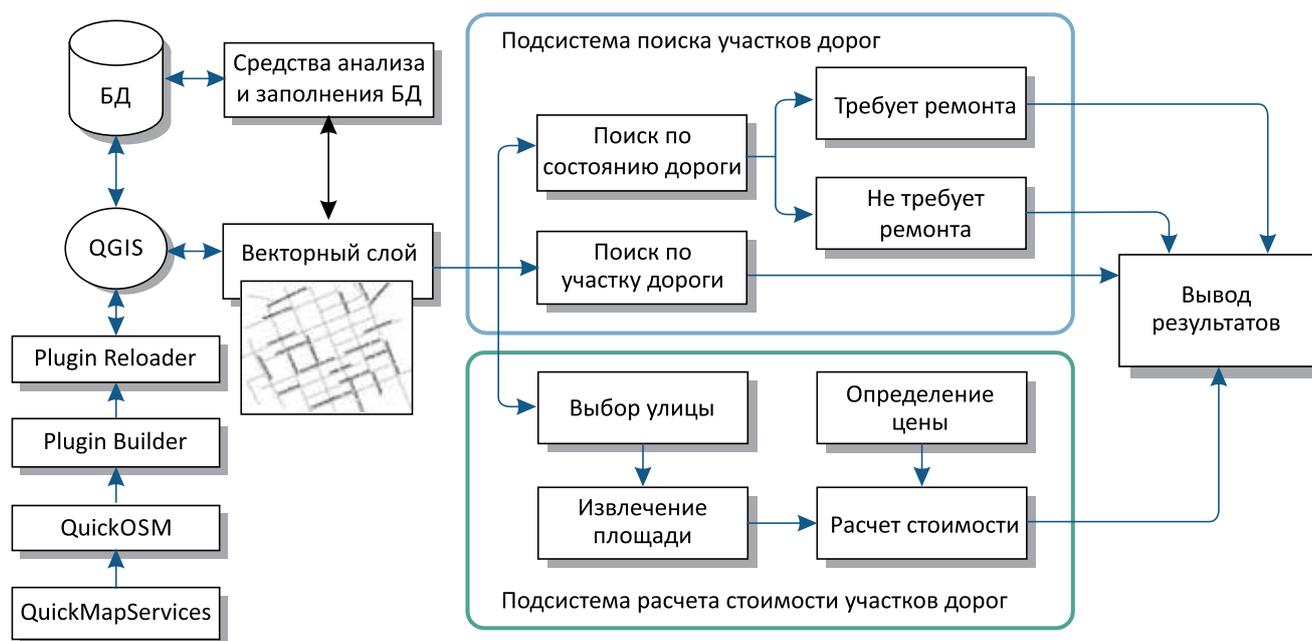
Актуальность разработки модуля для учета ремонтных работ определяется задачами выработки важных решений в части выделения и расходования денежных средств, с учетом временных и пространственных факторов объектов: когда был выполнен ремонт и на каких участках дорог. Для такого учета дорог требуются простые и бюджетные инструменты [8].

Ключевые задачи, при решении которых будет реализована геоинформационная технология, можно разделить на два аспекта: инженерно-технологический и экономический. Учитывая тот факт, что транспортная сеть занимает большую по площади территорию, и на ее содержание направляются значительные ассигнования, необходимо производить плановый расчет стоимости материалов и работ, требующихся для улучшения состояния дорог общего пользования.

Разработанная геоинформационная технология может использоваться не только на уровне от-

Рис. 1. Схема геоинформационной технологии для планирования и учета дорожного покрытия

Fig. 1. Scheme of geoinformation technologies for planning and accounting of the road surface



дельного муниципального образования, но также на региональном и федеральном уровнях.

### Схема предлагаемого подхода

Геоинформационная технология позволяет графически отображать на карте дороги, требующие ремонта, и рассчитывать стоимость ремонта дорог.

Выделим две подсистемы: поиска участков дорог и расчета стоимости ремонта дорог.

Подсистема поиска участков дорог включает в себя алгоритм нахождения дорог по конкретному их состоянию на текущий момент времени, а также алгоритм поиска по отдельному участку дороги. При этом выводится информация по объекту и отображается на карте определенным цветом.

Подсистема расчета стоимости включает алгоритм поиска и выбора нужного объекта, получения его атрибутов, извлечение площади, определение цены и расчет стоимости.

Схема предлагаемого подхода, описывающего основные составляющие, изображена на рис. 1.

Рассмотрим пошагово процесс работы геоинформационной технологии для планирования и учета дорог.

Сначала с помощью средств QuickMapServices и QuickOSM в качестве исходного слоя получа-

ем векторный слой с дорогами, отображенный на рис. 2 вместе с географической подложкой.

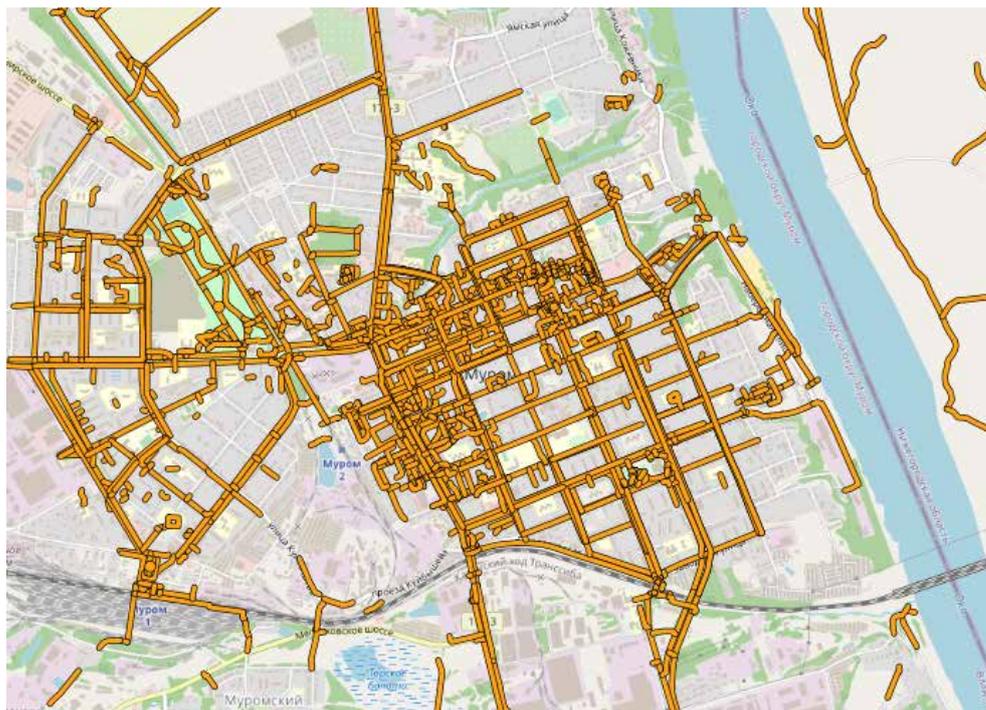
QuickOSM имеет анализатор данных, который дает возможность загружать информацию в соответствии с заданными параметрами. После выгрузки данных из QuickOSM становятся доступны поля: длина, ширина и площадь улицы. В дальнейшем они потребуются для расчета стоимости ремонта дорог.

Затем с помощью Plugin Builder создаем шаблон разработки ГИС-системы. Plugin Reloader применяем для перезагрузки внесенных в систему изменений. В QGIS можно создавать, редактировать и анализировать векторные данные, а также экспортировать их в разные форматы с помощью средств анализа и заполнения базы данных. Атрибутивные данные помогают создавать интересные информативные карты. В атрибутивной таблице векторного слоя содержатся необходимые поля для дальнейшего анализа.

Следующий шаг — это реализация работы алгоритмов подсистем геоинформационной технологии. Для этого необходимо выбрать информацию об объектах из таблицы атрибутов, выделить необходимые параметры для анализа, разделить по категориям информацию и вывести графически результат на карту.

**Рис. 2.** Векторный слой дорог г. Мурома поверх географической подложки

*Fig. 2. Vector layer of roads in Murom on top of a geographical substrate*



### Результаты экспериментов

Проведем экспериментальное исследование предложенной технологии на примере карты дорог города Муром Владимирской области и отобразим результаты работы подсистем. Объектом данного исследования является дорожная сеть. Необходимость исследования обусловлена тем, что автоматизация процессов создания и поддержания в актуальном состоянии карт дорожной сети позволит сократить затраты на решение этих задач.

В качестве информации о ремонте дорог за разный период были введены экспериментальные данные для демонстрации возможностей функций программы.

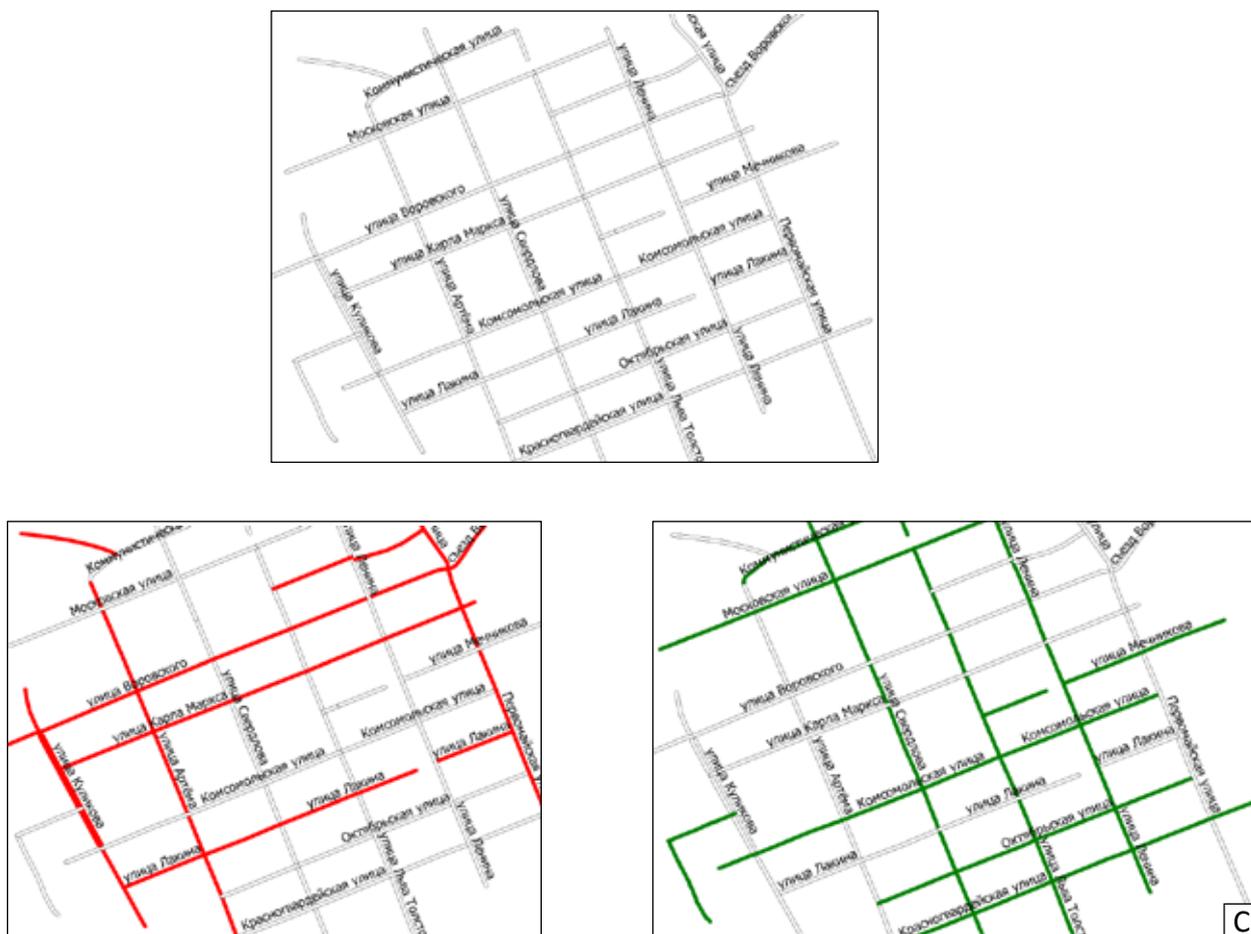
В подсистеме поиска участков дорог выполним тестирование поиска и отображения на карте объектов, на которых был произведен ремонт относительно заданных временных периодов: не позднее 5 лет и 7 лет.

Суть алгоритма поиска объектов, удовлетворяющих условию, заключается в следующем: нахож-

дение дорог по состоянию дорожного покрытия (выбираем: ремонт произведен или требует ремонта), выбор улицы, данные по которой требуется определить (отображаем статус ремонта и дату последнего ремонта), поиск и сравнение полученных значений с искомыми параметрами. Результатом является список всех найденных объектов на векторной карте. Далее этот список обрабатывается алгоритмом, который по дополнительным свойствам должен определить искомый объект с заданными параметрами.

Для алгоритма выделения объектов на карте формируем список участков дорог, которые соответствуют критериям выборки «требующие ремонта», выделяем красным цветом на карте. Формируем список участков дорог, не требующих ремонта. Дороги, которые соответствуют критериям выборки, выделяем на карте зеленым цветом (рис. 3). Для того, чтобы вывести информацию о выделенном объекте, необходимо получить идентификатор этого объекта, а далее найти в атрибутивной таблице сведения, относящиеся к нему.

Рис. 3. Детализированные фрагменты векторной карты дорог г. Муром  
 Fig. 3. Detailed fragments of a vector map of the roads in Murom





A — исходное векторное изображение; B — дороги, отремонтированные более 5 лет назад; C — дороги, отремонтированные менее 5 лет назад; D — дороги, отремонтированные более 7 лет назад; E — дороги, отремонтированные менее 7 лет назад

A — original vector image; B — roads repaired more than 5 years ago; C — roads repaired less than 5 years ago; D — roads repaired more than 7 years ago; E — roads repaired less than 7 years ago

В подсистеме расчета стоимости ремонта дорог выполним вычисления для отображенных на карте объектов. Алгоритм расчета стоимости дорог заключается в том, что сначала выбираем улицу, требующую ремонта, из списка улиц и по индексу определяется площадь участка дороги, которая хранится в атрибутивной таблице. Далее цена ремонтных работ и материалов за 1 м<sup>2</sup> задается вручную, а стоимость ремонта участка дороги рассчитывается исходя из заданных параметров. Результаты по данным стоимости работ выводятся для просмотра.

Таблица 1 содержит информацию о дорогах, отремонтированных более 5 лет назад и требующих ремонта (см. рис. 3B).

Стоимость\* — рассчитана исходя из средней цены (450 руб./м<sup>2</sup>) на асфальтирование с материалом — крупнозернистый асфальт по состоянию на май 2022 г.

Стоимость\*\* — рассчитана исходя из средней цены (550 руб./м<sup>2</sup>) на асфальтирование с материалом — щебеночно-мастичный асфальт по состоянию на май 2022 г.

Табл. 1. Результаты расчета стоимости ремонта для дорог, отремонтированных более 5 лет назад

Tab. 1. Results of calculating the cost of repairing roads repaired more than 5 years ago

ID объекта	Наименование улицы	Дата ремонта	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Стоимость*, тыс. руб.	Стоимость**, тыс. руб.
122062539	Первомайская улица	09.06.16	1 523	6	9 138	4 112,10	5 025,90
434580737	Первомайская улица	13.09.16	619	6	3 714	1 671,30	2 042,70
160601105	улица Куликова	14.08.14	169	7	1 183	532,35	650,65
160601106	улица Куликова	05.07.14	544	7	3 808	1 713,60	2 094,40
30673926	улица Артёма	10.06.15	1 523	6	9 138	4 112,10	5 025,90
114931132	улица Ворожского	10.04.15	482	6	2 892	1 301,40	1 590,60
114931133	улица Ворожского	12.10.15	474	6	2 844	1 279,80	1 564,20
599946096	улица Ворожского	16.08.15	1 820	6	10 920	4 914,00	6 006,00

**Табл. 2.** Результаты расчета стоимости ремонта для дорог, отремонтированных более 7 лет назад

*Tab. 2. Results of calculating the cost of repairing roads repaired more than 7 years ago*

ID объекта	Наименование улицы	Дата ремонта	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Стоимость *, тыс. руб.	Стоимость **, тыс. руб.
506014264	улица Карла Маркса	16.08.14	1 508	7	10 556	4 750,20	5 805,80
615513224	улица Карла Маркса	14.04.14	474	7	3 318	1 493,10	1 824,90
615513225	улица Карла Маркса	15.04.14	74	7	518	233,10	284,90
684741991	улица Карла Маркса	10.03.14	473	7	3 311	1 489,95	1 821,05
160601105	улица Куликова	14.08.14	169	7	1 183	532,35	650,65
160601106	улица Куликова	05.07.14	544	7	3 808	1 713,60	2 094,40
160601107	улица Куликова	05.08.14	542	7	3 794	1 707,30	2 086,70
611658091	улица Куликова	20.07.14	368	7	2 576	1 159,20	1 416,80
36837279	улица Лакина	12.10.13	953	6	5 718	2 573,10	3 144,90
434580748	улица Лакина	06.06.13	469	6	2 814	1 266,30	1 547,70

Таблица 2 содержит информацию о дорогах, отремонтированных более 7 лет назад и требующих ремонта (см. рис. 3D).

Подводя итоги результатов эксперимента, можно сделать вывод, что количество дорог, не приведенных в нормативное состояние более 7 лет назад, меньше количества дорог, не приведенных в нормативное состояние более 5 лет. Это свидетельствует о том, что существует тенденция к снижению доли дорог, ремонт которых длительное время не производился.

Таким образом, приведенные алгоритмы используют информацию об объектах из атрибутивной таблицы для формирования планов дорожных работ, предусматривающих две функции: определение потребности в ремонтных работах и расчет стоимости ремонтных работ. Данные алгоритмы являются простыми в реализации и отображают необходимую информацию корректно.

### Заключение

Разработанная геоинформационная технология легко интегрируется в QGIS, проста в использовании, снижает трудоемкость и сокращает время обработки данных по эксплуатационному состоянию автомобильных дорог, которые предоставляют необходимые возможности для анализа дорожного покрытия. Геоинформационная технология выполняет следующие задачи: отображение дорог, требующих ремонта, маркировка их определенным цветом и расчет себестоимости ремонта дорог. Кроме того, можно расширять функциональные возможности данной геоинформационной технологии для решения новых задач, возникающих при практическом применении, например, ведение и учет дополнительных параметров расчета стоимости ремонта дорог, типа дорожного покрытия, учет видов ремонтных работ и материалов.

### Список источников

1. Бойков В.Н., Скворцов А.В. Эволюция ГИС автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2017. – № 1 (8). – С. 46–53. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.7.
2. Еремеев С.В. Абстрактные пространственные структуры из точечных объектов и их применение в геоинформатике // Геоинформатика. – 2021. – № 4. – С. 28–34. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-4-28-34.
3. Еремеев С.В., Абакумов А.В. Классификация объектов на изображениях с учетом искажений на основе двухэтапного топологического анализа // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2022. – Т. 22. – № 1. – С. 82–92. DOI: 10.17586/2226-1494-2022-22-1-82-92.
4. Еремеев С.В., Абакумов А.В. Программный комплекс для обнаружения и классификации природных объектов на основе топологического анализа // Программные продукты и системы. – 2021. – Т. 34. – № 1. – С. 201–208. DOI: 10.15827/0236-235X.133.005-018.

5. Колбина О.Н., Истомин Е.П., Яготинцева Н.В., Вагизов М.Р. Применение механизма предпроцессорной обработки разнородных данных в геоинформационных системах поддержки принятия решения // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26. – № 1. – С. 98–109. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-1-98-109.
6. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – № 1 (4). – С. 4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1.
7. Шокин Ю.И., Потапов В.П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – № 5. – С. 175–213.
8. Albattah M.S., Youssef S.E. The potential of space geomatics engineering applications in transportation analysis and planning // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. – 2021. – Vol. 42. – Iss. 1. – pp. 29–40. DOI: 10.1016/j.ejrs.2019.10.001.
9. Pal S. Application of GIS in Road Information System—An Experience with State Highways of West Bengal // Applications of Geomatics in Civil Engineering: Select Proceedings of ICGCE 2018 / ed. J.K. Ghosh, I. da Silva. – Singapore : Springer, 2020. – pp. 413–421. DOI: 10.1007/978-981-13-7067-0\_32.

#### References

1. Boikov V.N., Skvortsov A.V. Ehvoluytsiya GIS avtomobil'nykh dorog [Evolution of GIS highways]. *CAD & GIS for roads*. 2017;8:46–53. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.7.
2. Ereemeev S. Abstract spatial structures of point objects and their application in geoinformatics. *Geoinformatika*. 2021;4:28–34. DOI: 10.47148/1609-364X-2021-4-28-34.
3. Ereemeev S.V., Abakumov A.V. Classification of objects in images with distortions based on a two-stage topological analysis. *Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics*. 2022;22(1):82–92. DOI: 10.17586/2226-1494-2022-22-1-82-92.
4. Ereemeev S.V., Abakumov A.V. Software complex for detection and classification of natural objects based on topological analysis. *Software & systems*. 2021;34(1):201–208. DOI: 10.15827/0236-235X.133.005-018.
5. Kolbina O.N., Istomin E.P., Yagotinceva N.V., Vagizov M.R. Application of the pre-processor mechanism for processing heterogenous data in decision-making support geoinformation systems. *Vestnik SSUGT*. 2021;26(1):98–109. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-1-98-109.
6. Skvortsov A.V., Sarychev D.S. Zhiznennyi tsikl proektov avtomobil'nykh dorog v kontekste informatsionnogo modelirovaniya [The life cycle of highway projects in the context of information modeling]. *CAD & GIS for roads*. 2015;4:4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1.
7. Shokin Yu.I., Potapov V.P. GIS today: current state, perspectives, solutions. *Computational technologies*. 2015;20(5):175–213.
8. Albattah M.S., Youssef S.E. The potential of space geomatics engineering applications in transportation analysis and planning. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 2021;42(1):29–40. DOI: 10.1016/j.ejrs.2019.10.001.
9. Pal S. Application of GIS in Road Information System—An Experience with State Highways of West Bengal. In: Applications of Geomatics in Civil Engineering: Select Proceedings of ICGCE 2018. Ghosh J.K., da Silva I. (eds.). Singapore: Springer; 2020. pp. 413–421. DOI: 10.1007/978-981-13-7067-0\_32.

Статья поступила в редакцию 30.05.2022, одобрена после рецензирования 09.06.2022, принята к публикации 21.06.2022.  
The article was submitted 30.05.2022; approved after reviewing 09.06.2022; accepted for publication 21.06.2022.

#### Информация об авторах

##### Еремеев Сергей Владимирович

Кандидат технических наук

Доцент кафедры «Информационные системы»  
Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23

e-mail: sv-eremeev@yandex.ru

##### Егай Мария Владимировна

Магистрант кафедры «Информационные системы»  
Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23

e-mail: mv-egai@yandex.ru

##### Абакумов Артём Владимирович

Магистрант кафедры «Информационные системы»  
Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский  
государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23

e-mail: artem210966@yandex.ru

#### Information about authors

##### Sergey V. Ereemeev

Candidate of Technical Sciences

Associate Professor at the Department "Information systems"  
of Murom Institute (branch), Vladimir State University named  
after Alexander and Nikolay Stoletovs

23 Orlovskaya str., Murom, Vladimirskaia reg., 602264, Russia

e-mail: sv-eremeev@yandex.ru

##### Maria V. Egai

Master Student at the Department "Information systems"  
of Murom Institute (branch), Vladimir State University named  
after Alexander and Nikolay Stoletovs

23 Orlovskaya str., Murom, Vladimirskaia reg., 602264, Russia

e-mail: mv-egai@yandex.ru

##### Artyom V. Abakumov

Master Student at the Department "Information systems"  
of Murom Institute (branch), Vladimir State University named  
after Alexander and Nikolay Stoletovs

23 Orlovskaya str., Murom, Vladimirskaia reg., 602264, Russia

e-mail: artem210966@yandex.ru