

# Инфраструктурная безопасность школ: оценка с применением геоинформационных технологий

Татьяна Богданова, Людмила Жукова, Марина Нежурина

**АННОТАЦИЯ** Инфраструктурная безопасность средних общеобразовательных учреждений (СОШ) является одним из основных компонентов комфортной для учащихся окружающей среды и регулируется законодательством на государственном и муниципальном уровнях.

В большинстве административных районов ответственные сотрудники, как правило, осматривают прилегающую к школе территорию 1–2 раза в год, т. к. в настоящий момент отсутствует единый регламент проверки. Мониторинг в ручном режиме фиксирует наличие или отсутствие нарушений законодательства при размещении определенных объектов вблизи СОШ. Однако, как показывает практика последних лет, некоторые элементы городской инфраструктуры могут представлять опасность для детей, даже находясь на законодательно разрешенном расстоянии от школы. Ручной мониторинг этого не учитывает. Авторы предлагают автоматизировать проверки инфраструктурной безопасности СОШ, чтобы обеспечить их регулярность и более высокую точность, минимизируя влияние человеческого фактора на результаты исследований. Применение информационных технологий позволит мониторить расположение инфраструктурных объектов на любом расстоянии от школы и с любой частотой.

В работе рассматривается разработанная авторами модель автоматизации проверки инфраструктурной безопасности школ на основе геоинформации, полученной из открытых источников. Модель служит для дополнительного контроля за инфраструктурой и не исключает эпизодического участия сотрудников в выездных проверках. Работоспособность предложенной авторами модели подтверждается результатами тестирования на территориях, прилегающих к школам Ивановской области.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА** инфраструктурная безопасность, среднее общеобразовательное учреждение, СОШ, геоданные, геоинформационная система, геоинформационные технологии, модель оценки инфраструктурной безопасности СОШ

**DOI** 10.22394/2078-838X-2024-2-

**ССЫЛКА ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ** Богданова Т. К., Жукова Л. В., Нежурина М. И. Инфраструктурная безопасность школ: оценка с применением геоинформационных технологий. Образовательная политика, (2024), 2(98), 10–10. DOI:10.22394/2078-838X-2024-2-

Поступила: 07.2023

Принята: 03.2024

Дата публикации: 08.2024

## Введение

К объектам, негативно влияющим на психическое и физическое здоровье школьников и окружающую среду, относятся (Задорина, 2022):

- точки реализации алкогольной и табачной продукции (Король, 2018);
- промышленные объекты, загрязняющие среду выбросами вредных веществ: химические заводы, площадки с отходами, опасные производства и т. д. (Кисляков, 2013);

- объекты, привлекающие нарушителей закона;
- опасные транспортные маршруты.
- На основании анализа нормативных актов были выявлены следующие правила:
- расстояние от границ участков производственных объектов, размещаемых в общественно-деловых и смешанных зонах, до жилых и общественных зданий, а также до границ участков дошкольных образовательных и средних общеобразовательных организаций,



### Татьяна Кирилловна БОГДАНОВА

к. эконом. н., доцент департамента  
бизнес-информатики, Высшая школа  
бизнеса, Национальный исследовательский  
университет «Высшая школа экономики»  
(101000, РФ, Москва, ул. Мясницкая, 20).  
ORCID: 0000-0002-0018-2946.  
E-mail: tanbog@hse.ru



### Людмила Вячеславовна ЖУКОВА

к. эконом. н., доцент кафедры  
«Магистерская школа информационных  
бизнес систем» НИТУ МИСИС  
(119049, РФ, Москва, пр. Ленинский, 4/1).  
ORCID: 0000-0003-1647-5337.  
E-mail: zhukova.lv@misis.ru



### Марина Игоревна НЕЖУРИНА

к. техн. н. доцент заведующий кафедрой  
«Магистерская школа информационных  
бизнес систем» НИТУ МИСИС  
(119049, Москва, пр. Ленинский, 4/1).  
E-mail: min@misis.ru

медицинских организаций и отдыха,  
должно составлять не менее 50 метров  
(СП 42.13330, 2016);

- расстояния от АЗС с подземными резервуарами для хранения жидкого топлива до границ земельных участков детских дошкольных учреждений, средних общеобразовательных школ, школ-интернатов, лечебных учреждений со стационаром или до стен жилых и других общественных зданий и сооружений должно составлять не менее 50 метров (СП 156.13130, 2014);
- точное расстояние от школы до алкогольного супермаркета определяют законы, принятые местными органами власти и действующие в пределах конкретного региона. Однако дистанция не может быть меньше 100 метров согласно федеральному законодательству (№ 15-ФЗ, 2013);
- запрещается розничная торговля табачной продукцией на расстоянии менее 100 метров по прямой линии без учета искусственных и естественных преград от ближайшей точки, граничащей с территорией образовательного учреждения (№ 15-ФЗ, 2013).

В настоящий момент нет единого регламента проверки прилегающей к школе территории. В большинстве административных районов соответствующая местность лишь осматривается 1–2 раза в год ответственными сотрудниками. Учитывая целесообразность регулярного мониторинга инфраструктурной безопасности СОШ и повышения уровня его точности, возникает потребность в автоматизации проверок.

Одним из основных преимуществ автоматизации является возможность мониторить расположение инфраструктурных объектов на любом расстоянии от школы и с любой частотой. Автоматизация также позволит быстрее выявлять нежелательные инфраструктурные объекты, что, в свою очередь, будет способствовать обеспечению безопасной и комфортной образовательной среды (Мушкет, 2015).

Другим важным аспектом автоматизации является снижение влияния человеческого

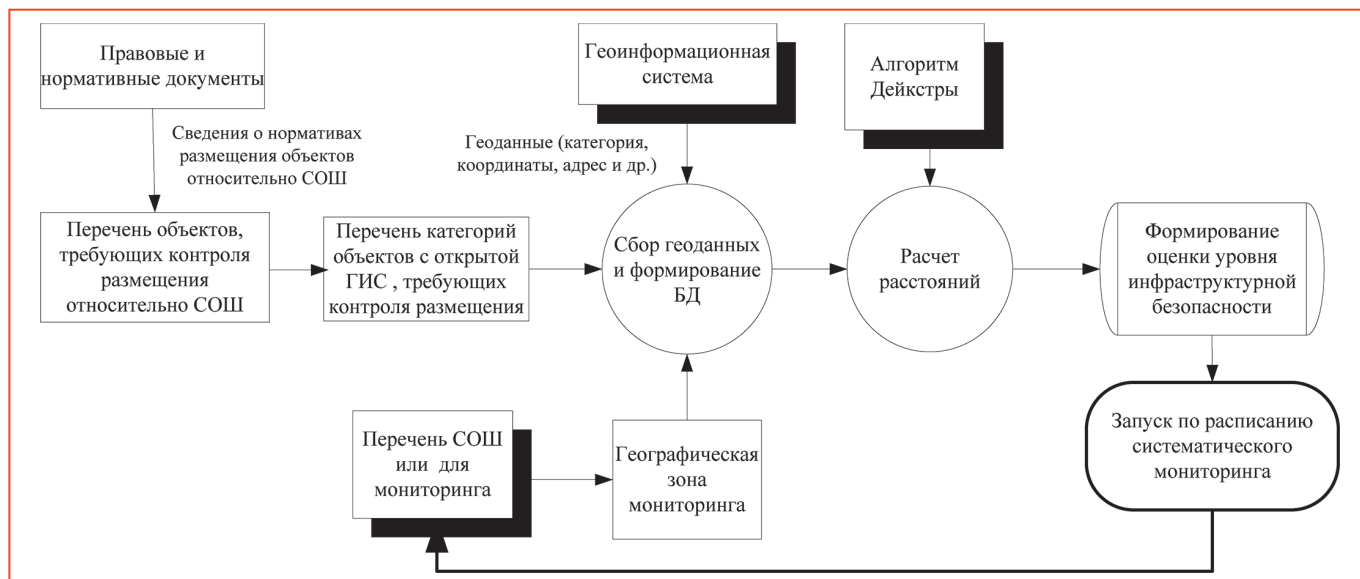


Рис. 1. Модель оценки инфраструктурной безопасности среднего общеобразовательного учреждения (СОШ).

Источник: Богданова Т. К., Жукова Л. В., Нежурина М. И.

Fig. 1. The model for assessing the infrastructure security of general secondary educational schools. Source: Bogdanova T. K., Zhukova L. V., Nezhurina M. I.

фактора на качество проверки.

Информационные системы могут анализировать множество данных без пристрастия или усталости и предоставлять максимально точные результаты.

Ручной мониторинг фиксирует лишь два состояния: либо размещение объекта вблизи СОШ нарушает законодательство, либо нет. Однако бинарный подход не дает возможности оценить негативные последствия расположения инфраструктурных объектов без нарушения законодательства РФ, но в достаточной близости от СОШ. Например, в гаражах, расположенных в районе школы без нарушения нормативов, возможны случаи насилия над детьми. При выявлении подобных объектов ответственные лица могут принимать профилактические меры.

## 1. Модель оценки инфраструктурной безопасности СОШ

Для автоматизации оценки инфраструктурной безопасности СОШ предлагается модель, использующая такие открытые источники структурированных геоданных, как картография, дистанционное зондирование, полевые изыскания,

геодезические приборы (теодолиты, нивелиры, электронные тахеометры, лазерные сканеры), глобальная спутниковая навигация (GPS, ГЛОНАСС, Galileo), натурные наблюдения, ведомственная и государственная статистика (Степаненко, 2017). Пространственные данные включают в себя информацию о местоположении объектов, транспортных маршрутах, зданиях, населенных пунктах и т. д. Примером источника открытых данных является некоммерческий проект OpenStreetMap (OSM)<sup>1</sup>.

Модель оценки инфраструктурной безопасности СОШ состоит из следующих компонентов (рис. 1):

1. анализ нормативных актов и установленных ими минимальных расстояний от входа в СОШ до запрещенных к размещению вблизи школ объектов. Составление перечня требующей контроля инфраструктуры;
2. выбор геоинформационной системы для сбора данных;
3. сопоставление перечня объектов, требующих контроля размещения относительно СОШ, с категориями

1 OpenStreetMap. [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main\\_Page](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page)

- объектов, размещаемых на открытых геокартах, таких как OSM. Создание перечня категорий объектов для мониторинга инфраструктурной безопасности СОШ;
- 4. формирование перечня СОШ, подлежащих мониторингу;
- 5. создание на основе открытых источников базы данных, включающей в себя геоинформацию обо всех объектах, расположенных в заданной географической зоне;
- 6. расчет расстояний от всех потенциально опасных объектов до входа в среднее общеобразовательное учреждение;
- 7. оценка уровня инфраструктурной безопасности СОШ на основе данных о расстоянии от объектов, расположенных вблизи учебного учреждения, и заполнение отчетной формы.

По закону расстояние между СОШ и инфраструктурным объектом измеряется в соответствии с существующими пешеходными маршрутами. Если маршрутов несколько, то выбирается кратчайшее расстояние между двумя точками.

В случае автоматизации поиска и определения расстояния от СОШ до инфраструктурного объекта с помощью геотехнологий OSM могут применяться различные алгоритмы, но наиболее востребованным является алгоритм Дейкстры, который обеспечивает нахождение кратчайшего пути между двумя объектами как вершинами графа (Крутько и др., 2022). Его идея заключается в последовательном определении меток вершин на основе расчета кратчайшего пути от исходной вершины к ближайшей.

Предположим, что нам известны  $k$  вершин ( $a, b, t$ ) (рис. 2), ближайших к вершине  $S$  (близость любой вершины  $X$  к вершине  $S$  определяется длиной кратчайшего пути, ведущего из  $S$  в  $X$ ).  $r(X, Y)$  – это известные значения кратчайшего пути, соединяющие соседние вершины  $X$  и  $Y$ . Итерационный алгоритм позволяет найти кратчайший путь из вершины  $S$  к вершине  $t$  путем последовательного пересчета расстояния.

Полученное с помощью этого алгоритма расстояние между СОШ и инфраструктурным объектом характеризует близость расположения объекта по длительности пешеходного маршрута.

На основании измеренного расстояния от объекта до входа в СОШ происходит формирование индикатора уровня инфраструктурной безопасности.

Данный индикатор может принимать три значения:

1. неудовлетворительный уровень инфраструктурной безопасности СОШ. Когда найден хотя бы один объект, расположение которого (по расстоянию, найденному с помощью алгоритма Дейкстры) нарушает нормы, установленные законодательством РФ;
2. вызывающий опасения уровень.

Присваивается в двух случаях:

- хотя бы один инфраструктурный объект расположен на расстоянии, не нарушающем нормы законодательства РФ, но это расстояние до входа в СОШ менее 1,5 межквартильного размаха значения минимально разрешенной дистанции для объектов этой категории;
- евклидово расстояние между входом в СОШ и инфраструктурным объектом меньше

На каждом шаге длина пути рассчитывается по формуле:  
 $S_Y = \min \{S_Y, S_X + r(X, Y)\}$ ,  
 где:  
 $r(X, Y)$  – длина дуги между вершинами  $X$  и  $Y$ ;  
 $S(X), S(Y)$  – длина пути от начальной вершины  $S$  до вершины  $X$  или  $Y$  соответственно.

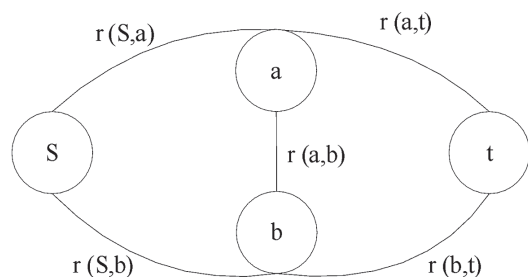


Рис. 2. Иллюстрация к алгоритму Дейкстры. Источник: Богданова Т. К., Жукова Л. В., Нежурина М. И.  
 Fig. 2. The illustration to Dijkstra's algorithm. Source: Bogdanova T. K., Zhukova L. V., Nezhurina M. I.

Объект, требующий контроля размещения относительно СОШ	Категория объекта согласно ГИС OSM	Минимальное расстояние до входа в СОШ, м
Продажа алкогольных напитков	shop=alcohol;	100
	cuisine=fried_food;	
	cuisine=kebab;	
	amenity=fast_food;	
	cuisine=pizza;	
	cuisine=burger;	
Розничная торговля табачной продукцией	amenity=smoking_area;	100
	shop=tobacco;	
Организация развлекательных мероприятий	amenity=nightclub;	50
	amenity=bar;	
Автозаправочная станция	amenity=fuel;	100
Производственный объект	building=garage;	500
Торговый центр	shop=supermarket;	100
Железная дорога	railway=rail;	100

**Табл. 1.** Сопоставление сформированного перечня объектов, требующих контроля размещения относительно СОШ, с категориями объектов. Источники: OSM и QGIS.

**Tab. 1.** Comparison of the list of objects requiring controlled placement relative to schools with the categories of objects. Sources: OSM, QGIS.

минимально разрешенной дистанции для объектов этой категории.

### 3. Удовлетворительный уровень.

Когда не существует инфраструктурных объектов, расположение которых нарушает законодательство РФ, или удовлетворяет условиям п. 2.

## 2. Тестирование модели на реальных данных

Разработанная модель была протестирована на геоданных СОШ г. Иваново.

Для подключения к OSM была использована бесплатная, открытая географическая информационная система (ГИС) – QGIS (Quantum GIS)<sup>2</sup>, поддерживающая различные форматы данных, в т. ч. векторные и растровые, а также включающая в себя множество инструментов. С ее помощью можно просматривать, редактировать, анализировать и визуализировать геоданные. QGIS работает с различными

операционными системами – Windows, MAC OS, Linux – и обладает встроенным парсером данных.

При помощи OSM и QGIS перечень объектов, требующих контроля размещения относительно СОШ, был сопоставлен с категориями объектов, размещаемых на открытых геокартах, и нормативами (табл. 1).

На этапе формирования данных была получена геоинформация по каждой СОШ (пример на рис. 3) и по каждому объекту, соответствующему категории из табл. 1.

Выборка составила 66 СОШ, для каждой из которых была построена оценка уровня инфраструктурной безопасности. 63 школы, составляющие 95% всех школ г. Иваново, имеют удовлетворительный уровень инфраструктурной безопасности. Одна школа (2%) имеет уровень инфраструктурной безопасности, вызывающий опасения, т. к. расположена на расстоянии 131 м от магазина «Магнит», в котором алкогольные напитки и табачные изделия продаются в розницу. Близость такой торговой точки представляет угрозу социальному благополучию учащихся.

<sup>2</sup> <https://docs.qgis.org/>, <https://plugins.qgis.org/plugins/QuickOSM/>



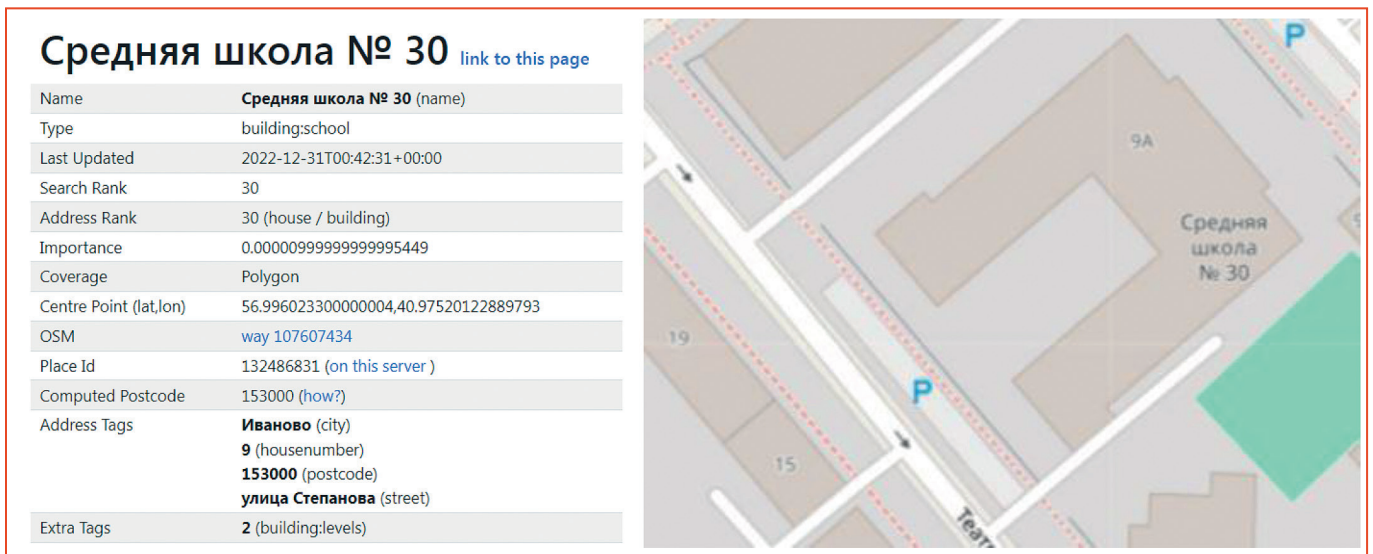


Рис. 3. Пример собираемых геоданных с OpenStreetMap. Источник: OpenStreetMap.  
 Fig. 3. The example of geo-data collected from OpenStreetMap. Source: OpenStreetMap.

Полученный результат может служить основанием для разработки профилактических мер.

Две СОШ г. Иваново были охарактеризованы как имеющие неудовлетворительный уровень информационной безопасности.

Данные, полученные с помощью автоматизированной системы через сервис

OpenStreetMap, были верифицированы с использованием геосервиса Яндекс Карты (рис. 4).

Например, как видно на рис. 4, вход в СОШ № 30 расположен на расстоянии 91 метр от входа в супермаркет Lenta, Вкусвилл, где алкогольные напитки продаются в розницу. Данные совпадают с информацией из сервиса OpenStreetMap.

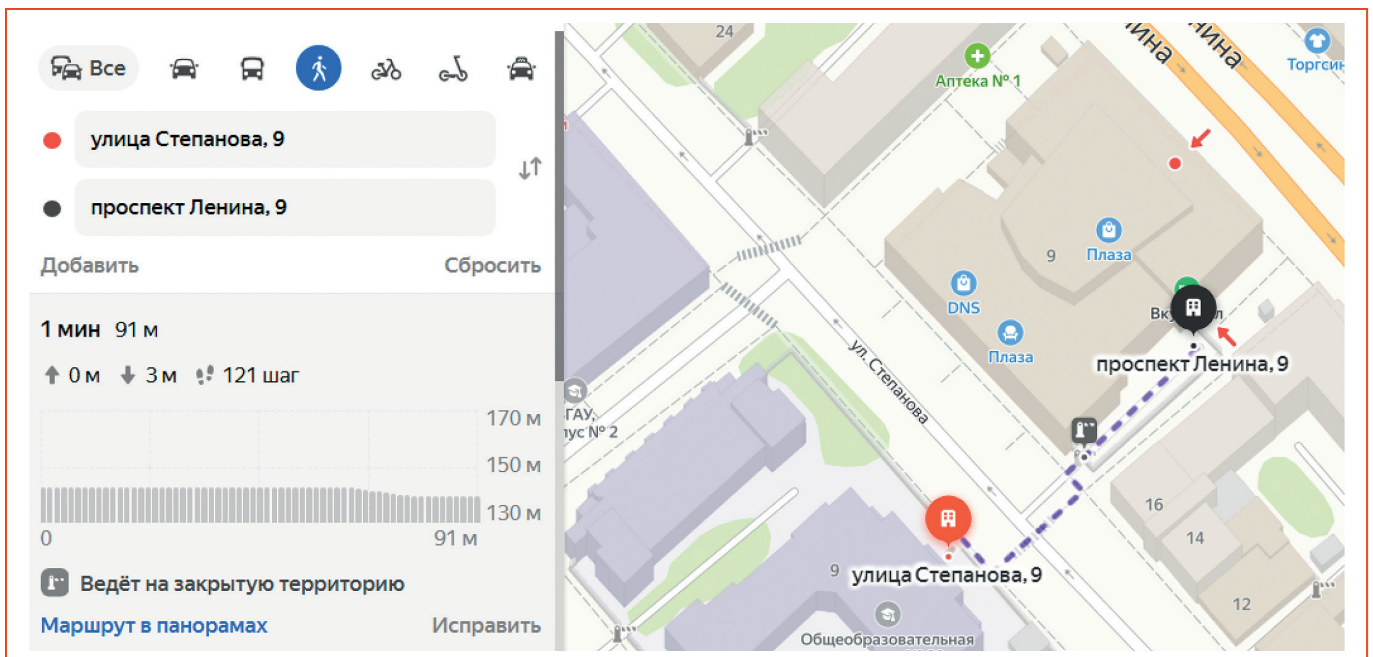


Рис. 4. Верификация результатов модели на примере СОШ № 30 на геосервисе Яндекс Карты. Источник: Яндекс Карты.  
 Fig. 4. Verification of the model results on the example of school 30 on geoservice Yandex Maps. Source: Yandex Maps.

## Заключение

При использовании автоматизированной системы оценки инфраструктурной безопасности время на проверку около 70 СОШ в районе составляет примерно 15 минут в зависимости от технических характеристик персонального компьютера. Проверка этого же количества СОШ сотрудником без использования автоматизированной системы с помощью геосервиса занимает из расчета 5–7 минут на 1 школу, более 6 часов непрерывной работы. Таким образом, экономия времени составляет более 95%.

Предложенный подход к автоматизации оценки инфраструктурной безопасности СОШ позволяет проводить систематический мониторинг окружающей СОШ инфраструктуры на предмет расположения объектов, требующих контроля, без существенных трудозатрат, связанных с выездом на место сотрудников.

Разработанная авторами статьи модель не исключает эпизодического участия сотрудников в выездных проверках, поскольку обновление геосервисов может происходить с некоторой задержкой во времени относительно реальных изменений. Разработанная авторами модель служит для дополнительного контроля за инфраструктурой.

## Список источников/References

- Федеральный закон от 23 февраля 2013 года № 15-ФЗ «Об охране здоровья от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака».
- СП 42.13330.2016. (2016). Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89.
- СП 156.13130.2014. (2014). Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности.
- Задорина, М. А. (2022). Безопасность детей и ее место в системе обеспечения национальной безопасности. *Национальная безопасность/ nota bene*, (6), 152–163. DOI:10.7256/2454–0668.2022.6.39431.
- Кисляков, П. А. (2013). Современные угрозы социальной безопасности образовательной среды и их профилактика. *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*, 2(22), 1. DOI:10.12731/2218–7405–2013–2–2.
- Король, В. В. (2018). Формирование высокого уровня культуры безопасности школьников как один из важнейших компонентов комплексной безопасности образовательного учреждения. *Наука-2020: современные тенденции в науке, технике, образовании*, 9(25), 62–65.
- Крутько, Д. А., Калашников, А. С., Буряченко, В. В. (2022). Методы построения маршрутов вне населенных пунктов на основе gps-данных. *Сибирский аэрокосмический журнал*, 23(2), 168–176. DOI: 10.31772/2712–8970–2022–23–2–168–176.
- Мушкет, И. И. (2015). Превентивные мероприятия в обеспечении комплексной безопасности образовательных организаций. *Казанский педагогический журнал*, 6–3(113), 100–102.
- Степаненко, А. Э. (2017). Источники открытых геопространственных данных и способы их использования. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 9(1), 19–22. OpenStreetMap. [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main\\_Page](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Main_Page) (access date 01.07.2024).
- QGIS resources. <https://docs.qgis.org/> (access date 01.07. 2024).
- QGIS Python Plugins Repository. <https://plugins.qgis.org/plugins/QuickOSM/> (access date 01.07. 2024).

## School infrastructure security: assessment using geo-information technologies

**Tatiana K. BOGDANOVA,**

PhD in Economy, Associate Professor, Department of Business Informatics, Graduate School of Business, HSE University. 20, Myasnitckaya Str., Moscow, 101000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-0018-2946. E-mail: tanbog@hse.ru

**Liudmila V. ZHUKOVA,**

PhD in Economy, Associate Professor at the Master's School of Information Business Systems, National University of Science and Technology MISiS. 4/1, Leninsky Ave., Moscow, 119049, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-1647-5337. E-mail: zhukova.lv@misis.ru

**Marina I. NEZHURINA,**

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department "Master's School of Information Business Systems" National University of Science and Technology MISiS. 4/1, Leninsky Ave., Moscow, 119049, Russian Federation. E-mail: min@misis.ru

**ABSTRACT** Infrastructural safety of secondary general education institutions (GSI) is one of the main components of creating a comfortable environment for students in schools of the Russian Federation. Its observance is regulated by legislation and controlled by the relevant state bodies, local authorities and other organizations that perform publicly significant functions of control and management.

At the moment, in the absence of a unified regulation on inspection of the territory adjacent to the secondary general education institutions (GSI), its inspection in most administrative districts is carried out by responsible employees, as a rule, 1–2 times a year. Monitoring of infrastructural safety of secondary schools, carried out in «manual» mode, provides for reporting, recording two states: there are or are not violations of the law when placing facilities near secondary schools. However, this approach does not provide an opportunity to assess the negative consequences of the location of infrastructure facilities without violating the legislation of the Russian Federation, but in sufficient proximity to the school. Nevertheless, as the practice of recent years shows, a number of infrastructure facilities that require control over the location in relation to the school, in fact, may be objects of increased danger to the health and development of students, although they are located without violating the law.

The authors propose to automate this process in order to ensure the regularity of monitoring of infrastructure security of secondary schools and increase its accuracy. This will make it possible to monitor the location of infrastructure objects at any distance from the school and with any frequency. The creation of information systems that automate the monitoring process makes it possible to obtain the most accurate results, minimising the influence of the human factor on the quality of inspection. The paper considers a model developed by the authors to automate the inspection of school infrastructure security based on geo-information obtained from open sources, which allows systematic monitoring of the infrastructure surrounding the school for the location of objects requiring control, without significant labour costs associated with on-site visits of employees. The model serves for additional control over the infrastructure without excluding occasional participation of staff in on-site inspections.

The workability of the model proposed by the authors is confirmed by the results of approbation at secondary schools in Ivanovo Oblast.

**KEY WORDS** Infrastructural security, secondary general education institution, secondary school, geodata, geographic information system, geographic information technology, model of evaluation of infrastructural security of secondary school

**THE CITATION REFERENCE** Bogdanova T. K., Zhukova L. V., Nezhurina M. I. School infrastructure security: assessment using geo-information technologies. The Educational Policy Journal, (2024), 2(98), 10–10. DOI:10.22394/2078-838X-2024-2-

Received: 07.2023

Accepted: 03.2024

Date of publication: 08.2024

This is an open access article distributed under the terms of the Attribution–NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY–NC–ND 4.0).