

С.С. Пригожаев<sup>1,2</sup>, Н.О. Бурмакин<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный экспертный центр АвтоГрад», г. Иркутск, Российская Федерация

<sup>3</sup> Общество с ограниченной ответственностью «Новотэк», г. Иркутск, Российская Федерация

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ АНАЛИТИКЕ ПРОИСШЕСТВИЙ

**Аннотация.** Потребность аналитики происшествий в различных сферах жизни человека возникает регулярно. С целью снижения количества несчастных случаев на производстве, а равно и снижения количества чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф разрабатываются различные мероприятия.

Использование современных инструментов аналитики происшествий позволяет выявить связь между различными происшествиями, и, как результат, разработать комплекс мер, направленных на устранение причины происшествия (несчастного случая). Добиться привязки происшествия к определенному месту и рассмотреть статистику происшествий на данном участке позволяет внедрение геоинформационных систем, что в свою очередь приведет к изменению условий на определенном участке железной дороги и, как результат качественно подобранных и установленных средств безопасности (изменения конструкции пути), будет сокращение количества происшествий на определенном участке.

В данной статье рассматриваются возможности использования геоинформационных систем не только при аналитике происшествий, но и в жизни человека.

**Ключевые слова:** геоинформационная система, происшествия, анализ, безопасность.

S. S. Prigozhaev<sup>1,2</sup>, N. O. Burmakin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

<sup>2</sup> «Scientific and Production Expert Center AutoGrad» (Scientific and Production Expert Center AutoGrad, LLC), Irkutsk, the Russian Federation

<sup>3</sup> Novotek Limited Liability Company, Irkutsk, the Russian Federation

## APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS IN ANALYTICS INCIDENTS

**Abstract.** The need for incident analytics in various spheres of human life arises regularly. In order to reduce the number of accidents at work, as well as to reduce the number of emergencies and man-made disasters, various measures are being developed.

The use of modern incident analysis tools allows us to identify the relationship between various incidents, and, as a result, to develop a set of measures aimed at eliminating the cause of the incident (accident). The introduction of geoinformation systems allows to link the incident to a certain place and to view the statistics of incidents on this section, which in turn will lead to a change in conditions on a certain section of the railway and, as a result of qualitatively selected and installed safety equipment (track design changes), there will be a reduction in the number of incidents on a certain section.

This article discusses the possibilities of using geoinformation systems not only in the analysis of accidents, but also in human life.

**Keywords:** geoinformation system, incidents, analysis, safety.

### Введение

Непрерывный рост перевозок, осуществляемых железными дорогами, приводит к увеличению интенсивности движения поездов, повышению скоростей и массы составов. Как следствие, происходит увеличение длины тормозных путей, возрастает опасность аварий и наезда подвижного состава на людей. К тому же при возрастающей эксплуатации инфраструктуры железнодорожного транспорта увеличивается её износ. Как следствие, увеличивается и количество происшествий на железной дороге.

Цель работы: изучение геоинформационных систем (ГИС) как инструмента для анализа происшествий на железнодорожном транспорте.

Цель предполагает решение следующих задач:

- Ознакомиться с принципом работы ГИС;

- Изучить существующие системы анализа посредством ГИС;
- Выявить виды происшествий, анализ которых возможен при использовании ГИС.

Актуальность работы заключается в возможности повышения оперативности анализа, оповещения и проведения профилактических мероприятий по снижению числа происшествий на объектах ОАО «РЖД».

### **Железная дорога- зона повышенной опасности**

Транспортные происшествия делятся на:

1. Крушение поезда
2. Авария
3. Происшествие на железнодорожном переезде
5. Происшествие при перевозке опасных грузов
6. Происшествие, связанное с причинением вреда жизни или здоровью граждан движущимся железнодорожным подвижным составом.

Крушение поезда - столкновение пассажирского или грузового поезда с другим поездом или подвижным составом, сход подвижного состава в поезде на перегонах и станциях, в результате которого:

- погибли и ранены люди,
- разбиты локомотив или вагоны до степени исключения из инвентаря,
- полный перерыв движения на данном участке превышает нормативное время для ликвидации последствий столкновения или схода подвижного состава [1].

Авария – опасное происшествие на железной дороге, повлекшее за собой:

- гибель одного или нескольких человек,
- причинение пострадавшим тяжёлых телесных повреждений,
- разрушение или повреждение одной или нескольких единиц подвижного состава или полотна железных дорог до степени их капитального ремонта
- полное прекращение движения на аварийном участке на время, превышающее нормативное.

Может сопровождаться возникновением чрезвычайных ситуаций химического, радиационного, пожаро-, взрывоопасного и другого характера [1].

Происшествие на железнодорожном переезде - столкновение поезда, в том числе одиночно следующего локомотива с автотракторной техникой в результате которого:

- погиб человек, или причинен тяжкий вред здоровью человека
- поврежден железнодорожный подвижной состав
- возникла чрезвычайная ситуация, при которой причинен вред здоровью 10 и более человек, либо нарушены условия нормальной жизнедеятельности 100 и более человек [2].

Происшествие при перевозке опасных грузов – просыпание (пролив) опасных грузов вследствие повреждения вагона или контейнера, упаковки, неплотно закрытых люков, вызвавшее гибель по крайней мере 1 человека или причинившее вред здоровью человека, экологической сфере [2].

Иные события:

- проезд запрещающего сигнала или предельного столбика;
- уход подвижного состава на маршрут приема, отправления поезда или на перегон;
- отправление поезда с неисправностями;
- порча локомотива с требованием вспомогательного локомотива;
- неограждение сигналами опасного места для движения поездов при производстве работ;
- перекрытие разрешающего показания сигнала на запрещающее, вызвавшее проезд запрещающего сигнала;
- взрез стрелки;
- развал груза [2].

## ГИС при анализе транспортных происшествий

Создание карт и географический анализ не являются чем-то абсолютно новым. Однако технология ГИС предоставляет новый, более соответствующий современности, эффективный, удобный и быстрый подход к анализу проблем и решению задач, стоящих перед человечеством в целом, и конкретной организацией или группой людей, в частности. Она автоматизирует процедуру анализа и прогноза. До начала применения ГИС лишь немногие обладали искусством обобщения и полноценного анализа географической информации с целью обоснованного принятия оптимальных решений, основанных на современных подходах и средствах.

В настоящее время ГИС - это многомиллионная индустрия, в которую вовлечены сотни тысяч людей во всем мире. ГИС изучают в школах, колледжах и университетах. Эту технологию применяют практически во всех сферах человеческой деятельности - будь то анализ таких глобальных проблем, как перенаселение, загрязнение территории, сокращение лесных угодий, природные катастрофы, так и решение частных задач, таких, как поиск наилучшего маршрута между пунктами, подбор оптимального расположения нового офиса, поиск дома по его адресу, прокладка трубопровода на местности, различные муниципальные задачи.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении, будь то привязка к географическим или другим координатам, или ссылки на адрес, почтовый индекс, избирательный округ или округ переписи населения, идентификатор земельного или лесного участка, название дороги и т.п. При использовании подобных ссылок для автоматического определения местоположения или местоположений объекта (объектов) применяется процедура, называемая геокодированием. С ее помощью можно быстро определить и посмотреть на карте, где находится интересующий вас объект или явление, такие как дом, в котором проживает ваш знакомый или находится нужная вам организация, где произошло землетрясение или наводнение, по какому маршруту проще и быстрее добраться до нужного вам пункта или дома [4].

ГИС может работать с двумя существенно отличающимися типами данных - векторными и растровыми. В векторной модели информация о точках, линиях и полигонах кодируется и хранится в виде набора координат  $X, Y$ . Местоположение точки (точечного объекта), например железнодорожного вокзала, описывается парой координат  $(X, Y)$ . Линейные объекты, такие как дороги, реки или железнодорожные пути, сохраняются как наборы координат  $X, Y$ . Полигональные объекты типа земельных участков хранятся в виде замкнутого набора координат. Векторная модель особенно удобна для описания дискретных объектов и меньше подходит для описания непрерывно меняющихся свойств, таких как типы почв или доступность объектов. Растровая модель оптимальна для работы с непрерывными свойствами. Растровое изображение представляет собой набор значений для отдельных элементарных составляющих (ячеек), оно подобно отсканированной карте или картинке. Обе модели имеют свои преимущества и недостатки. Современные ГИС могут работать как с векторными, так и с растровыми моделями.

Сегодня на железной дороге ведется работа по предупреждению повторных происшествий. Данные мероприятия проводятся устаревшими методами, в частности после регистрации происшествий происходит рассылка телеграмм по ведомственным предприятиям ОАО «РЖД», где руководящий состав преподносит информацию сотрудникам путем разъяснительной работы и проведением месячников, направленных на выявление потенциально возможных опасностей.

В работе предлагается автоматизировать данный процесс путем внедрения базы данных происшествий и сопоставления её с ГИС.

Поскольку наглядное восприятие способствует более быстрому и прочному усвоению, повышает интерес к изучаемым действиям, анализ происшествий необходимо проводить не только в текстовой форме, но и с использованием графических материалов.

Анализ происшествий на железной дороге проводится регулярно специалистами по охране труда и промышленной безопасности. На основе анализа линейными предприятиями происходит сбор информации службой НБТ (охраны труда и промышленной безопасности),

проводится анализ происшествий и проведенных мероприятий на отделении дороги, и, как результат, анализ по всему предприятию ОАО «РЖД». Таким образом, анализ на каждом уровне растягивается по времени. С целью повышения эффективности пропагандистской работы, возникает необходимость создания единой базы данных по происшествиям на железной дороге.

Разработка карты железной дороги с привязкой к ней места происшествия и создание единой базы данных позволит оперативно передавать информацию через закрытые каналы связи (Инtranет), что даст возможность отображать основную информацию на всех уровнях.

Проработка грамотной системы поиска позволит не только графически выводить, но и строить различные диаграммы для наглядного отображения и проведения просветительской работы руководством линейного предприятия, службой охраны труда и промышленной безопасности. Выгрузка информации также позволит направлять данные о происшествиях в организации, не связанные с ОАО «РЖД» (например образовательные организации, органы местного самоуправления) для принятия совместных мер по предотвращению возникновения опасных ситуаций, связанных с деятельностью железнодорожного транспорта.

Мы живем в мире информации и не обращаем внимание на частое использование геоинформационных систем. Применение человеком навигатора, поиск организаций, отображение панорам и снимков из космоса - это лишь малая часть возможностей большинства применяемых геоинформационных систем.

Ярким представителем специальной географической информационной системы является «Публичная кадастровая карта», где методом привязки координат отображается информация о кадастровых единицах, а послойное наложение позволяет показывать на карте различные объекты, их охранные зоны. Даная ГИС помогает в различных областях работы, связанной с градостроительством и зонированием. Карта работает в открытом доступе, постоянно обновляется путем внесения информации службой «Росреестр», позволяет отобразить такую информацию о земельном участке, как: кадастровый номер, кадастровый квартал, статус, адрес, категория земель, форма собственности, кадастровая стоимость, дата определения кадастровой стоимости, дата внесения сведений о кадастровой стоимости, дата утверждения кадастровой стоимости, дата применения кадастровой стоимости, уточненная площадь, разрешенное использование.

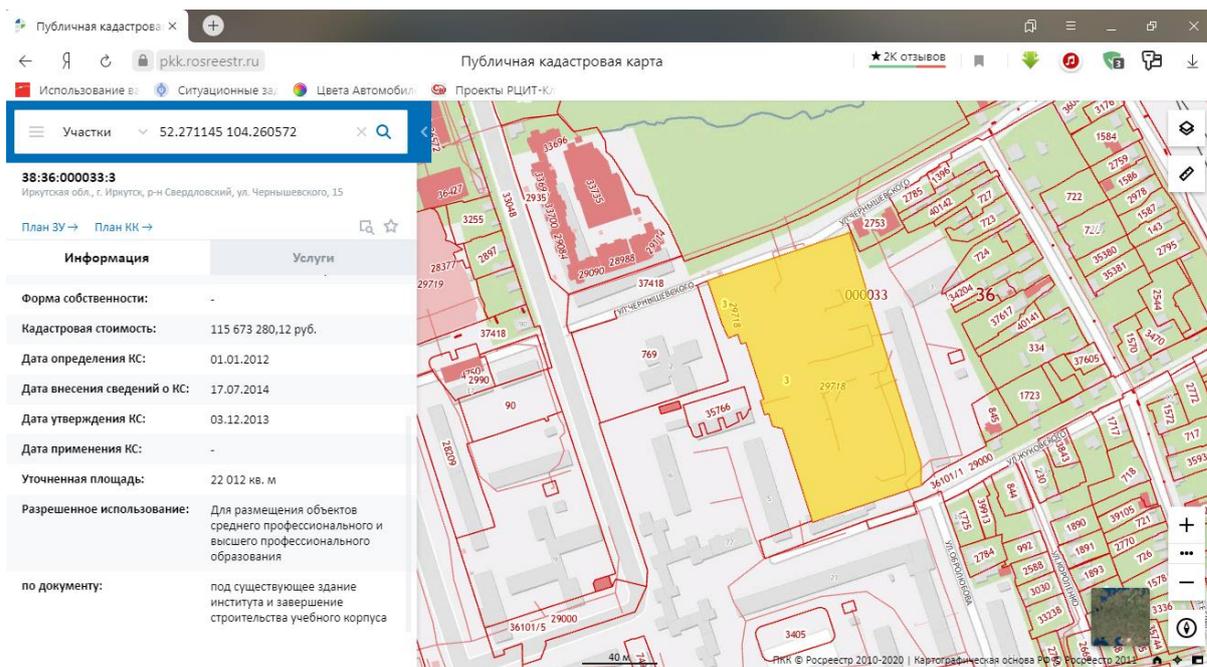


Рис. 1 Информация, отображаемая в публичной кадастровой карте

Наиболее близким представителем специализированных ГИС к данной работе является раздел «Показатели состояния безопасности дорожного движения» официального сайта Госавтоинспекции.

Данный раздел в автоматическом режиме обрабатывает информацию, загружаемую подразделениями ГИБДД и ежемесячно проводит анализ прироста дорожно-транспортных происшествий в границах административно-территориального деления. Так, на карте (рис. 2) зеленым цветом выделяются регионы, в которых по сравнению с аналогичным периодом прошлого года (АППГ) прирост количества происшествий принимает отрицательные значения, желтым окрашиваются регионы, в которых в текущем периоде значения приблизительно равны АППГ. Красным показаны регионы, в которых произошло увеличение количества ДТП.

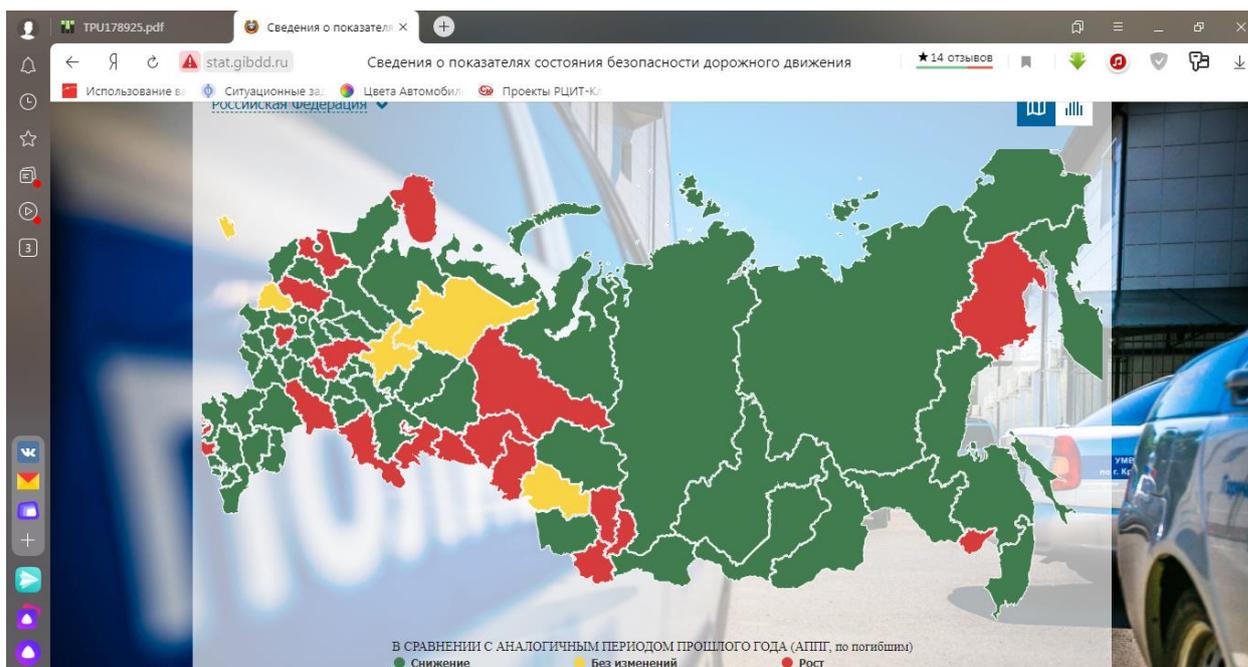


Рис. 2 Показатели состояния безопасности дорожного движения посредством ГИС

При наведении на регион появляется окно, в котором показаны численные значения показателей аварийности(рис.3).

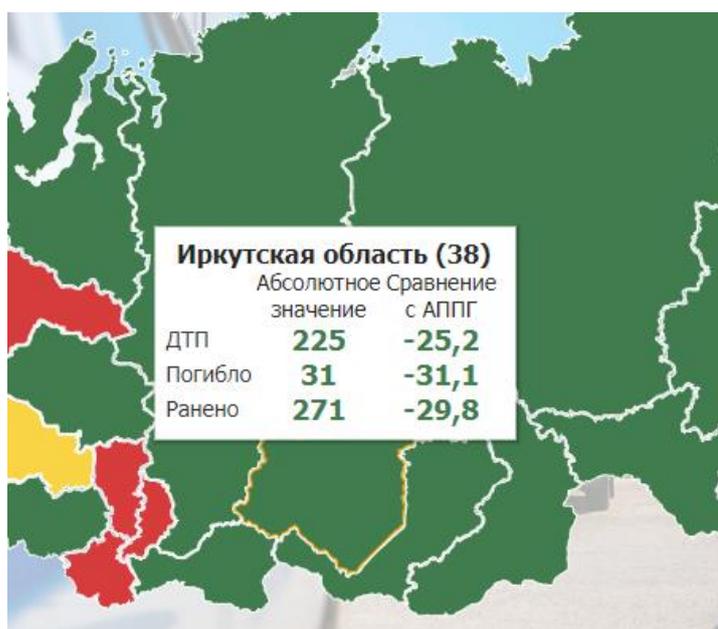


Рис. 3 Численные значения показателей аварийности

Карта также дает возможность отображения аналогичной информации в границах определенной территории, а не только по стране в целом. Возможно отображение также и в виде столбчатой диаграммы (рис.4).

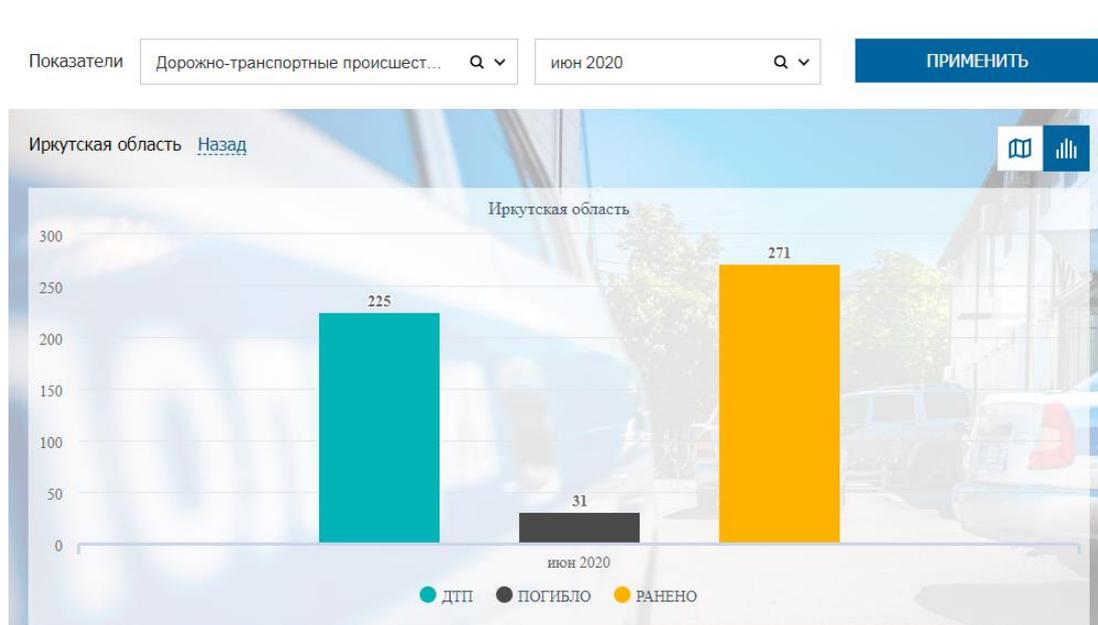


Рис. 4 Столбчатая диаграмма

В данной системе возможно произвести отбор и вывести информацию по типам происшествий.

- Дорожно-транспортные происшествия
- ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств
- ДТП и пострадавшие пешеходы
- ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 16 лет
- ДТП и пострадавшие дети в возрасте до 18 лет
- ДТП и пострадавшие в населенных пунктах
- ДТП и пострадавшие в городских поселениях с числом жителей, тыс. чел.
- ДТП и пострадавшие в других местах
- ДТП и пострадавшие на автомобильных дорогах общего пользования
- ДТП и пострадавшие на автомобильных дорогах необщего пользования
- ДТП и пострадавшие на железнодорожных переездах
- ДТП и пострадавшие, с места совершения которых транспортные средства скрывались
- ДТП и пострадавшие, с места совершения которых водитель скрылся, а транспортное средство осталось на месте
- ДТП и пострадавшие с участием неустановленных транспортных средств

Рис. 5 Перечень направлений отбора информации

Статистика и анализ происшествий позволяет организовать мероприятия по предотвращению дорожно-транспортных происшествий и изменению условий дорожного движения с целью значительного уменьшения смертности на дороге.

Так, за счет работы данной географической информационной системы, можно увидеть на карте места концентрации дорожно-транспортных происшествий. В данных местах по результатам анализа возможно внедрение новых средств регулирования потоков, изменение схемы дорожного движения, ремонт дорожного полотна, что позволяет тратить средства из госбюджета в рамках проекта «Безопасные и качественные дороги» именно на те объекты

транспортной инфраструктуры, обновление которых действительно снизит аварийность на дороге.

Правильный анализ и отображение графической информации через систему ГИБДД сократило количество дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов на перекрестке улиц Лермонтова и Улан-Баторская города Иркутска путем изменения фаз включения светофоров. Это еще раз говорит о том, что анализ транспортных происшествий необходимо производить не только соответствующим специалистам, но и поручить его автоматизированным комплексам, что даст возможность исключения человеческого фактора и увеличения быстродействия систем анализа.

В наше время вопросу безопасности уделяется особое внимание, и направленные ОАО «РЖД» средства на снижение травматизма и уменьшение пагубного воздействия на человека и окружающую среду в результате происшествий на железной дороге нередко расходуются не совсем эффективно. Так, наиболее часто происходит наезд подвижного состава на людей в непосредственной близости к железнодорожному мосту через реку Кая перегона Иркутск-пассажирский - Кая. В 2016 году, проанализировав ситуацию, Восточно-Сибирская железная дорога установила забор вдоль пути со стороны станции Кая до железнодорожного моста, там, где физически нет возможности выхода людей на железнодорожный путь, а со стороны останочного пункта «Мельниково» доступ людей неограничен, проложенные тропинки по железнодорожной насыпи позволяют беспрепятственно выходить на пути и сегодня.

### **Заключение**

Сбор информации о происшествиях в геоинформационную систему позволит оперативно анализировать причины несчастных случаев и катастроф, производить привязку к местности (координаты) и принимать оперативные организационно-технические меры по предотвращению повторных происшествий на объектах ОАО «РЖД».

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Термины МЧС России. - Официальный сайт Министерства чрезвычайных ситуаций. Режим доступа: URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii> (дата обращения: 25.07.2020)
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 18 декабря 2014 г. N 344 "Об утверждении Положения о классификации, порядке расследования и учета транспортных происшествий и иных событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта" (действующая редакция от 01.06.2018) свободный доступ на официальном интернет-ресурсе Министерства транспорта Российской Федерации URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/4246> (дата обращения 25.07.2020)
3. В. Гохман, В. Андрианов. Что такое ГИС и как с ними... подружиться. Журнал «САПР и графика» № 5 2000г. свободный режим доступа URL: <https://sapr.ru/article/7220> (дата обращения 24.07.2020)
4. Что такое ГИС? Статья. Свободное размещение на портале официального дистрибьютора компании Esri в России. URL: [https://www.esri-cis.ru/concept\\_arkgisa/press/whatgis.php](https://www.esri-cis.ru/concept_arkgisa/press/whatgis.php) (дата обращения 25.07.2020)
5. Л.В. Гурьянова. Аппаратно-программные средства ГИС. 148с. Минск, 2004г. свободный режим доступа. URL: [https://www.studmed.ru/guryanova-lv-programmno-apparatnye-sredstva-gis\\_0ba21721760.html](https://www.studmed.ru/guryanova-lv-programmno-apparatnye-sredstva-gis_0ba21721760.html) (дата обращения 26.07.2020)
6. Шипулин В.Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

### **REFERENCES**

1. Terms of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - Official website of the Ministry of Emergency Situations. Access mode: URL: <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii> (accessed: 07/25/2020)

2. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 344 dated December 18, 2014 "On Approval of the Regulations on Classification, Procedure for Investigation and Accounting of Transport accidents and Other Events Related to violation of the rules of traffic safety and operation of railway transport" (current version dated 06/01/2018) free access on the official Internet resource of the Ministry of Transport of the Russian Federation URL: <https://www.mintrans.gov.ru/documents/7/4246> (accessed 25.07.2020)

3. V. Gokhman, V. Andrianov. What is GIS and how to... make friends with them. CAD and Graphics Magazine No. 5 2000. free access URL: <https://sapr.ru/article/7220> (accessed 24.07.2020)

4. What is GIS? Article. Free placement on the portal of the official distributor of Esri in Russia. URL: [https://www.esri-cis.ru/concept\\_arkgisa/press/whatgis.php](https://www.esri-cis.ru/concept_arkgisa/press/whatgis.php) (accessed 25.07.2020)

5. L.V. Guryanova. Hardware and software GIS. 148s. Minsk, 2004. free access mode. URL: [https://www.studmed.ru/guryanova-lv-programmno-apparatnye-sredstva-gis\\_0ba21721760.html](https://www.studmed.ru/guryanova-lv-programmno-apparatnye-sredstva-gis_0ba21721760.html) (accessed 26.07.2020)

6. Shipulin V.D. Basic principles of geoinformation systems: textbook. manual / Shipulin V. D.; Kharkiv. nats. akad. gor. khoz-va. – Н.: KHNAGH, 2010. – 337 p.

### **Информация об авторах**

*Пригожаев Степан Сергеевич* – аспирант кафедры Физика, механика и приборостроение, Иркутский государственный университет путей сообщения, генеральный директор, ООО «Научно-производственный экспертный центр «АвтоГрад», г. Иркутск, e-mail: [Stepri@yandex.ru](mailto:Stepri@yandex.ru)

*Бурмакин Николай Олегович* – Менеджер по логистике, ООО «НОВОТЭК», г. Иркутск, e-mail: [Burmakin1243@yandex.ru](mailto:Burmakin1243@yandex.ru)

### **Information about the authors**

*Stepan Sergeevich Prigozhaev* – Post-graduate student of the Department of Physics, Mechanics and Instrument Engineering, Irkutsk State Transport University, General manager, «Scientific and Production Expert Center AutoGrad» (Scientific and Production Expert Center AutoGrad, LLC), e-mail: [Stepri@yandex.ru](mailto:Stepri@yandex.ru)

*Nikolay Olegovich Burmakin* – Logistics Manager, NOVOTEK LLC Irkutsk, e-mail: [Burmakin1243@yandex.ru](mailto:Burmakin1243@yandex.ru)