

А. В. Белоусов<sup>1</sup>, К. М. Титов<sup>1</sup>, А. И. Гессен<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Иркутский центр диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры, г. Иркутск, Российская Федерация

## МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЮ СНЕЖНЫХ ЛАВИН

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные мероприятия инженерной защиты железнодорожного пути от снежных лавин. Дано описание мероприятий инженерной защиты сооружений железной дороги от лавин, предложенные Восточно-Сибирским институтом проектирования транспортных систем Иркутского государственного университета путей сообщения (ВСИПТС ИрГУПС) на участке Кунерма-Дельбичинда Восточно-Сибирской железной дороги. В связи с высокой стоимостью лавинозащитных мероприятий и невозможностью реализовать их в ближайшее время решено рассмотреть в статье различные профилактические мероприятия защиты от схода лавин. На данный момент для мониторинга накопления снежного покрова и контроля схода лавин на железных дорогах применяют: герконовые датчиков, камеры видеонаблюдения высокой четкости, квадрокоптеры и специальные радары. Данные меры информирования о возможном выходе снежных масс на железнодорожный путь проанализированы и сделаны выводы о недостатках и достоинствах данных мероприятий. В результате анализа применяемых на данный момент средств мониторинга и информирования о возможном или уже случившемся сходе снежных лавин, дополнительно предложены несколько возможных вариантов профилактических мероприятий защиты от лавин: контроль прохода снежных масс с помощью лучевых лазерных столбов и с помощью GPS/ГЛОННАС приёмников. При этом датчики предложено выставлять в несколько рядов для исключения ложных срабатываний. Сравнение всех рассматриваемых вариантов выявило, что наиболее оптимальным будет применение GPS/ГЛОННАС датчиков. Конструкция устройств с такими датчиками относительно недорога, легка в установке и позволяет вести с достаточной точностью контроль в любой точке на пути схода лавины.

**Ключевые слова:** лавины, лавинозащитные мероприятия, предупреждение схода лавин, защита железнодорожного пути.

A. V. Belousov<sup>1</sup>, K. M. Titov<sup>1</sup>, A. I. Gessen<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Irkutsk Center for Diagnostics and Monitoring of Infrastructure Devices, Irkutsk, the Russian Federation

## MONITORING OF RAILWAY SITES AFFECTED BY SNOW AVALANCHES

**Abstract.** The article discusses various measures of engineering protection of a railway track from avalanches. A description of the measures for engineering protection of railway structures from avalanches proposed by the East Siberian Institute for the Design of Transport Systems of the Irkutsk State University of Railways (VSIPTS IrGUPS) on the Kunerma-Delbichinda section of the East Siberian Railway is given. Due to the high cost of avalanche protection measures and the inability to implement them in the near future, it was decided to consider in the article various preventive measures to protect against avalanches. At the moment, to monitor the accumulation of snow cover and control avalanches on the railways, they use: reed switches, high-definition video surveillance cameras, quadcopters and special radars. These measures of informing about the possible exit of snow masses on the railway track are analyzed and conclusions are drawn about the disadvantages and advantages of these measures. As a result of the analysis of the currently used means of monitoring and informing about a possible or already occurred avalanche descent, several possible options for preventive measures to protect against avalanches are additionally proposed: monitoring the passage of snow masses with the help of laser beams and with the help of GPS / GLONNAS receivers. At the same time, it was proposed to place the sensors in several rows to exclude false alarms. Comparison of all considered options revealed that the most optimal would be the use of GPS / GLONNAS sensors. The design of devices with such sensors is relatively inexpensive, easy to install, and allows monitoring with sufficient accuracy at any point along the path of an avalanche.

**Keywords:** avalanches, avalanche protection measures, avalanche prevention, railway track protection.

## **Введение**

При эксплуатации железной дороги самыми важными требованиями являлись безопасность и бесперебойность движения поездов. ОАО «РЖД» с каждым годом старается улучшить показатели этих требований, путём предотвращений техногенных и природных опасностей. К одним из таких природных опасностей относят сход лавины. Самые лавиноопасные участки находятся на БАМе, из которых наиболее повреждаемый от схода лавин участок находится на перегоне Кунерма – Дельбичинда. Исходя из значительных материальных потерь от схода лавин в 2008 году ВСИПТС ИрГУПС были разработаны всевозможные защитные противолавинные мероприятия [1, 5].

Существуют три вида мероприятий инженерной защиты сооружений от снежных лавин: профилактические, лавинопредотвращающие и лавинозащитные [2]. Лавинозащитные мероприятия заключаются в строительстве всевозможных инженерных сооружений на пути лавины, а лавинопредотвращающие предполагают предотвращение схода лавин или обеспечение устойчивости снега в зоне зарождения лавины.

На данный момент на перегоне Кунерма – Дельбичинда регулярно проводится профилактическое мероприятие, которое представляет собой обстрел склона горы из зенитной установки КС-19. С помощью такого способа создаётся контролируемый сход лавины, который не несёт катастрофических последствий. Однако, такой метод не исключает вероятность повторных сходов, поэтому были предложены лавинозащитные мероприятия. В качестве пассивных лавинозащитных мероприятий на перегоне Кунерма – Дельбичинда на 996 км ПК 2-6 участка, недалеко от ручья Вредный, было предложено строительство надолбов и дамбы с рвом. При сходе лавины надолбы будут воспринимать динамический удар и рассеивать основную массу снежного потока, далее для сдерживания и не допустимости выхода на путь снежных масс используются дамба и ров. Данное решение защиты от лавин для реализации требует больших финансовых затрат и значительного времени на разработку и строительство. К сожалению, на 2021 год лавинозащита в данном месте так и не выполнена, поэтому сейчас предлагается усовершенствовать профилактические меры предупреждения выхода снежных масс на путь.

В качестве мер предупреждения предлагается использовать систему мониторинга и предотвращения схода лавин с помощью датчиков, позволяющих в реальном времени отслеживать сходы лавин и принимать незамедлительные меры.

### **Мониторинг с помощью герконовых датчиков**

На данный момент на Дальневосточной железной дороге используют комплекс мониторинга «Автоматическая система предупреждения о сходе снежных лавин, селевых потоков на железнодорожный путь» [3], который срабатывает за счёт наклона стоек, находящихся в стакане, имеющем герконовый датчик контроля масс. Сигнал от датчика по кабелю поступает дежурному по перегону и на путях загорается красный сигнал.

Достоинства:

- высокая чувствительность датчика;
- непрерывность контроля.

Недостатки:

- риск повреждения устройства после схода лавины;
- наличие подвижных систем, которые могут замёрзнуть зимой и не сработать;
- сложность выявления ложных срабатываний.

### **Предупреждение схода лавины с помощью камер видеонаблюдения высокой четкости или специального радара**

Средства видеонаблюдения довольно часто используются на сети ОАО РЖД, как средства телекоммуникации и передачи данных. Предлагается использовать камеру высокой чёткости, которую необходимо устанавливать на достаточной высоте в таком месте, чтобы была прямая видимость места схода лавины. Камера постоянно фиксирует форму снега на склоне и при резких изменениях отправляет сигнал о возможном сходе лавины.

Достоинства:

- дистанционное наблюдение без контакта с лавиной;
- водонепроницаемость;
- непрерывность в наблюдении.

Недостатки:

- дороговизна;
- зависимость от метеоусловий;
- невозможность съёмки в труднодоступных местах.

Также видеонаблюдение может осуществляться с помощью квадрокоптера, которым можно проводить круглогодичный анализ снежного покрова лавиноопасных участков. Фиксировать в виде фото в два периода, когда толщина снежного покрова имеет небольшую глубину и во второй периодов после обильных снегопадов и на основании сравнений двух снимков определять примерную толщину и объём накопления снега между периодами, чтобы спрогнозировать возможный сход лавины. В возможное время схода необходимо вести непрерывное видеонаблюдение с помощью нескольких, постоянно сменяемых квадрокоптеров. Для таких работ необходимо использовать профессиональный аппарат с высокоточной камерой для получения качественных снимков.

Достоинства:

- дистанционное наблюдение без контакта с лавиной;
- водонепроницаемость;
- возможность съёмки труднодоступных мест.

Недостатки:

- дороговизна;
- зависимость от метеоусловий;
- малое время работы в холодное время года, из-за чего для непрерывной съёмки нужно несколько квадрокоптеров.

Одним из средств наблюдения за склоном может быть специальный радар для обнаружения лавин. Подобную систему наблюдения применяют в Норвегии, где следят за сходом лавин в радиусе 4 км [4]. Достоинства и недостатки радара AVYX аналогичны с камерами видеонаблюдения, но по заверению производителя не зависят от метеоусловий.

### **Контроль прохода снежных масс с помощью лучевых лазерных столбов**

Лучевые столбы имеют возможность, как испускать, так и воспринимать лучи, каждый столб испускает 6 лучей, столько же и воспринимает от другого. При пересечении луча каким-либо телом, срабатывает сигнал. Для исключения ложного срабатывания необходимо изменить настройки на проход крупных объектов, увеличить высоту расположения (рис. 1).



Рис. 1. Лучевые лазерные столбы

Достоинства:

- водонепроницаемость;
- возможность работы при низких температурах;

- возможность установки вне зоны прохода лавины и соответственно сохранение датчиков после схода лавины.

Недостатки:

- дороговизна установки и содержания (необходим фундамент, большее потребление энергии, высокая стоимость датчиков);
- зависимость от метеоусловий.

### Контроль схода лавины с помощью GPS/ГЛОННАС приёмников

Кроме вышеперечисленных мер предупреждения предлагается использовать ещё один способ оповещения схода снежной лавины путём применения GPS/ГЛОННАС приёмников (рис. 2).

Данный метод позволяет фиксировать не только факт прохода лавины, но и её скорость и направление в режиме реального времени.

Датчики могут быть как подключенные к внешней сети питания и сигнализации, так и с автономной батареей и беспроводным каналом связи. Для работы с датчиком может использоваться специальная программа слежения, которую можно установить даже как приложение на операционной системе Android.

Достоинства устройства:

- водонепроницаемость;
- возможность использования работы после отключения постоянного источника питания;
- возможность размещения в любом месте в пути следования лавины;
- возможность обнаружения датчиков после схода лавины;
- небольшая стоимость GPS/ГЛОННАС приёмников;
- не требует фундамента для установки;
- отслеживание величины и скорости смещения каждого датчика по отдельности.

Недостатки:

- необходимо подключить к постоянному источнику питания при длительной работе;
- вероятность искажения сигнала при размещении в глубоких узких выемках.

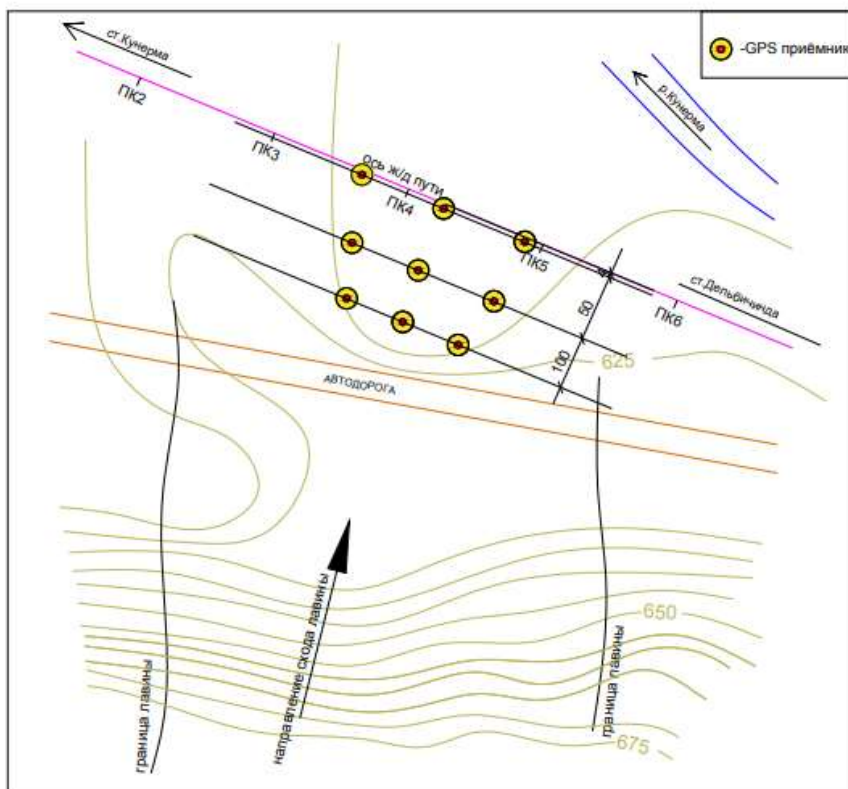


Рис. 2. Схема расположения GPS приёмников на пути схода лавины

## Закключение

Несомненно, прогресс никогда не стоит на месте, с каждым годом в ОАО «РЖД» внедряются новые технические устройства по улучшению транспортной системы перевозок, тем самым обеспечивая более безопасное, экономичное и практичное использование транспортной инфраструктуры. Таким и является устройство GPS/ГЛОННАС приёмник, который в будущем должен зарекомендовать себя с положительной стороны. Это устройство предотвратит чрезвычайные ситуации, которые приводят к значительным материальным потерям и к человеческим жертвам.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подвербный В.А., Филатов Е.В. Проектирование защитных сооружений на Восточно-Сибирской железной дороге // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2012. № 1 (33). С. 236–243.
2. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095540>.
3. Ковалева Я.В., Кудрявцев С.А. Система мониторинга предупреждения схода снежных лавин, селевых потоков на объекты инфраструктуры железных дорог России // *Транспорт азиатско-тихоокеанского региона*. 2015. № 1 (2-3). С. 91–93.
4. Мониторинг и предупреждение опасных природных процессов [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://www.geobruigg.com/file-88126/downloadcenter/level1-brochures/Monitoring/L1\\_Monitoring\\_brochure\\_screen\\_200630-RU.pdf](https://www.geobruigg.com/file-88126/downloadcenter/level1-brochures/Monitoring/L1_Monitoring_brochure_screen_200630-RU.pdf)
5. Подвербный В.А., Филатов Е.В. Проектирование лавинопредотвращающих и лавинозащитных сооружений на ВСЖД / В.А. Подвербный, Е.В. Филатов, Б.П. Мухаров и др. // *Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы межвузовской научно-практической конференции, 12–15 октября 2009 г., Иркутск : Изд-во ИрГУПС, 2009. – С. 401–413.*

## REFERENCES

1. Podverbnyy V.A., Filatov E.V. *Proyektirovaniye zashchitnykh sooruzheniy na Vostochno-Sibirskoy zheleznoy doroge* [Design of protective structures on the East Siberian railway]. *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2012. No. 1 (33). pp. 236–243.
2. SP 116.13330.2012 *Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i so-oruzheniy ot opasnykh geologicheskikh protsessov* [Engineering protection of territories, buildings and structures from hazardous geological processes]. [Electronic resource] - Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200095540>.
3. Kovaleva Ya.V., Kudryavtsev S.A. *Sistema monitoringa preduprezhdeniya skhoda snezhnykh lavin, selevykh potokov na ob"yekty infrastruktury zheleznykh dorog Rossii* [Monitoring system for the prevention of avalanches, mudflows on infrastructure facilities of Russian railways]. *Transport aziatsko-tikhookeanskogo regiona* [Transport of the Asia-Pacific region]. 2015. No. 1 (2-3). pp. 91–93.
4. *Monitoring i preduprezhdeniye opasnykh prirodnykh protsessov* [Monitoring and prevention of hazardous natural processes]. [Electronic resource] - Access mode: [https://www.geobruigg.com/file-88126/downloadcenter/level1-brochures/Monitoring/L1\\_Monitoring\\_brochure\\_screen\\_200630-RU.pdf](https://www.geobruigg.com/file-88126/downloadcenter/level1-brochures/Monitoring/L1_Monitoring_brochure_screen_200630-RU.pdf)
5. V. A. Podverbny, E. V. Filatov, B. P. Mukharov, et al., *Design of avalanche-averting and avalanche-protecting structures on the VSZHD, Transport Infrastructure of the Siberian Region: Materials of the Interuniversity Scientific and Practical Conference, October 12-15, 2009, Irkutsk: IrGUPS Publishing House, 2009, pp. 401-413.*

### **Информация об авторах**

*Белоусов Андрей Викторович* - студент специальности «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск.

*Титов Константин Михайлович* - к. т. н., доцент кафедры «Строительство железных дорог, мостов и тоннелей», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: forestgamping@mail.ru

*Гессен Андрей Игоревич* – начальник снеголавинной станции, Иркутский центр диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры, г. Иркутск.

### **Authors**

*Belousov Andrey Viktorovich* - student of the specialty "Construction of railways, bridges and transport tunnels", Irkutsk State University of Railways, Irkutsk.

*Titov Konstantin Mikhailovich* – Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Subdepartment "Construction of Railways, Bridges and Tunnels", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: forestgamping@mail.ru

*Gessen Andrey Igorievich* - Head of the avalanche station, Irkutsk Center for Diagnostics and Monitoring of Infrastructure Devices, Irkutsk

### **Для цитирования**

Белоусов А. В. Мониторинг участков железнодорожного пути, подверженных воздействию снежных лавин [Электронный ресурс] / А. В. Белоусов, К. М. Титов, А. И. Гессен // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. — 2021. — №2. — Режим доступа: <https://mnv.irgups.ru/toma/121-2021>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. (дата обращения: 7.06.2021)

### **For citation**

Belousov A. V. *Monitoring uchastkov zheleznodorozhnogo puti, podverzhennykh vozdeystviyu snezhnykh lavin* [Monitoring of railway track sections exposed to snow avalanches] *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2021, no. 2. [Accessed 7/06/21]