

ной близости от места возбуждения волн. Основным элементом оборудования является ударник со стальным сердечником. Применение данного метода эффективно для обнаружения дефектов бетонных плит, таких как расслоения, пустоты, трещины; измерения толщины бетонных плит; контроля качества сцепления между слоем свежесушеного бетона и слоем основания; определение глубины поверхностных трещин, в том числе заполненных водой. Однако для асфальтобетонных данный метод недостоверный.

Методы динамического нагружения также можно отнести к импульсным методам. При проведении испытаний используются динамические прогибомеры (например, FWD – Falling Weight Deflectometer), которые воздействуют на поверхность покрытия кратковременной ударной нагрузкой (например, падающим грузом) и измеряют реакцию покрытия – прогиб или ускорение. По величине прогиба и форме прогибограммы определяют модуль упругости асфальтобетонного слоя и несущую способность всей дорожной конструкции. Прочность косвенно оценивается через модуль деформации.

Радиометрические и диэлектрические методы применяются в основном для оценки однородности, толщины слоёв и влажности, но при наличии калибровочных зависимостей – и для косвенной оценки прочности. Измеряются электромагнитные характеристики материала (например, диэлектрическая проницаемость), которые коррелируют с влажностью, плотностью и, косвенно, с прочностью.

Методы инфракрасной термографии применяются в основном для диагностики дефектов, а не прямого измерения прочности. Анализ распределения температуры на поверхности позволяет выявить зоны с разной теплопроводностью, что может указывать на неоднородность структуры и, следовательно, на изменение прочностных характеристик [6].

Принципом действия ультразвукового метода является измерение скорости распространения ультразвуковых волн через материал. Скорость зависит от плотности, упругих свойств и целостности структуры. В настоящее время ультразвуковой метод не разработан для асфальтобетонных.

#### Список литературы

- 1 **Goel, A.** Nondestructive testing of asphalt pavements for structural condition evaluation: a state of the art / A. Goel, A. Das // *Nondestruct Test Eval.* – 2008. – Vol. 23, is. 2. – P. 121–140.
- 2 ГОСТ Р 58401.22-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Определение плотности слоя неразрушающими методами. – Введ. 07.06.2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
- 3 ASTM D2950/D2950M. Standard Test Method for Density of Bituminous Concrete in Place by Nuclear Methods. – URL: <https://pdfcoffee.com/astm-d2950-pdf-free.html> (date of access: 12.09.2025).
- 4 ASTM D7113. Standard Test Method for Density of Bituminous Paving Mixtures in Place by the Electromagnetic Surface Contact Methods. – URL: [https://store.astm.org/d7113\\_d7113m-10r16.html](https://store.astm.org/d7113_d7113m-10r16.html) (date of access: 12.09.2025).
- 5 AASHTO T 343-12. Standard Method of Test for Density of In-Place Hot Mix Asphalt (HMA) Pavement by Electronic Surface Contact Devices. – URL: <https://informproekt.ru/docs/496051146/> (date of access: 12.09.2025).
- 6 **Глушков, С. П.** Выявление дефектов в усиленных композиционными материалами конструкциях методом инфракрасной термографии / С. П. Глушков, Л. Ю. Соловьев, Н. Е. Борисовская // *Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения.* – 2015. – № 4 (35). – С. 36–42.

УДК 623.1/7

## ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ГОРНЫХ ПЕРЕВАЛАХ

*М. Н. ХОДЖАКУЛОВ*

*Андижанский государственный технический институт, Республика Узбекистан*

Построенные участки автомобильной дороги «Ташкент – Ош» (116–195 км) и железной дороги «Ангрен – Пап» на перевале «Камчик» на гребне Кураминского хребта (протяженность новой железной дороги – 123,1 км, тоннеля «Камчик» – 19,2 км) создали новые проблемы в обеспечении безопасности автодорожного и железнодорожного движения.

Через перевал проходит единственная транспортная магистраль республики, соединяющая Ферганскую долину с остальной частью Узбекистана – автомобильная трасса между Ташкентской областью и Папским районом Наманганской области.

На этом участке почти ежегодно (в основном с ноября по февраль) снежные лавины (имеются 44 лавиноопасных участка) являются причиной остановки движения транспорта и дорожно-транспортных происшествий.

Оползнеопасные, селеопасные участки и камнепады тоже создают реальную угрозу безопасности движения на этом участке.

Ежедневно по данному направлению следуют до 20 составов с различным грузом. Интенсивность движения на перевале «Камчик» автомобильной дороги «Ташкент – Ош» составляет 10–15 тыс. авт./сут. По новой железной и автомобильной дороге в основном перевозятся нефть и нефтепродукты, химические и минеральные удобрения, которые являются аварийно химически опасными и пожаро-взрывоопасными веществами.

Для обеспечения безопасного проезда транспорта на опасных участках перевала установлены защитные инженерные сооружения.

Но в горной местности «...применение стационарных средств защиты в период строительства, т. е. сооружение противолавинных галерей, дамб, холмов, снегоудерживающих, снегорегулирующих или тормозящих устройств либо чрезвычайно дорого, либо нецелесообразно» [1, с. 1].

В этих условиях имеет особое значение раннее выявление источников опасности на перевале, организация и осуществление систематического мониторинга и контроля за ними.

В настоящее время на перевале создана инфраструктура для обеспечения безопасности дорожного движения, организовано постоянное дежурство специальных поисково-спасательных формирований Государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях (ГСЧС) Республики Узбекистан. На перевале систематически отслеживаются изменения погоды, количество осадков и толщина снега, состояние оползнеопасных участков и мест схода камней, в необходимых местах устанавливаются дополнительные защитные устройства.

Для реагирования на чрезвычайные ситуации (ЧС) функциональные и территориальные подразделения ГСЧС Республики Узбекистан проводят спасательные операции, эвакуируют людей и зимой создают пункты обогрева.

Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Узбекистан регулярно проводит тактико-специальные учения гражданской защиты на перевале, имитируя различные сценарии, чтобы отработать действия служб на случай экстренных ситуаций.

Несмотря на крупномасштабные мероприятия по уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий, на перевале продолжают случаться остановки движения из-за снежных лавин, камнепадов и оползней.

Например, 23 января 2017 года в районе перевала «Камчик» перевернулось несколько вагонов грузового поезда. Тогда в районе перевала «Камчик» сошел оползень.

Чтобы предотвратить подобные случаи и обеспечивать безопасность движения поездов, дополнительно построено 72 инженерные конструкции.

В марте 2025 года из-за снегопада движение автотранспорта через перевал «Камчик» было остановлено. Спасатели МЧС помогли водителям, чьи машины застряли в снегу. Открыты пункты обогрева. Почти 1000 человек размещены в столовых и гостиницах. Запущен дополнительный рейс поезда из Ташкента в Андижан.

Заранее определить место и время возникновения некоторых из них не представляется возможным из-за пересечённых горных условий и больших объёмов работ по мониторингу и прогнозированию ЧС на участке автомобильной и железной дороги.

Все эти мероприятия требуют больших материальных и финансовых средств. В целях экономии этих ресурсов предлагается использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) местного производства для мониторинга и прогнозирования ЧС на перевале.

При этом необходимо учесть дефицит сил и средств, личного состава при начальной фазе ликвидации ЧС. Возможность доставки средств связи, спасательных средств и предметов жизнедеятельности в зоны ЧС напрямую пострадавшим ограничивается отсутствием дорог, необходимых средств и возможностей.

Практический опыт (например, снежные лавины, оползень, камнепады на перевале «Камчик» и прорыв дамбы Сардобинского водохранилища Сырдарьинской области, землетрясения) показал, что при профилактике, локализации и ликвидации ЧС для оповещения населения нужно привлекать мобильные средства (автомобили, катера, лодки), стационарные установки (на зданиях, сооружениях), оснащенные громкоговорящими и сигнальными установками.

В этих условиях использование БПЛА с соответствующим программным обеспечением позволяет одному оператору управлять несколькими БПЛА, дает возможность охвата больших территорий, оперативного изменения передаваемой информации, автоматического автономного возвращения дронов на начальную (исходную) точку.

Основным преимуществом БПЛА является существенно меньшая стоимость их создания и эксплуатации. При ликвидации чрезвычайных ситуаций (техногенного, природного и экологического характера) важным фактором является то, что оператор БПЛА не рискует своей жизнью, в отличие от спасателей, работающих в зонах ЧС.

Отсутствие пилота снимает с БПЛА целый ряд ограничений, аппарат не имеет физиологических ограничений, снижены требования к надёжности, так как это не влечёт прямой угрозы жизни человека.

На основании систематизации материалов по вышеуказанным проблемам, результатов анализа и изучения соответствующих нормативно-правовых документов и научных исследований специалистов в этом направлении [1–5], можно сделать следующие выводы:

1 Основными задачами использования дронов на перевале являются:

- выявление аварийных ситуаций и передача соответствующей информации;
- участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- поиск и спасение пострадавших;
- оценка ущерба от ЧС.

2 Дроны также можно использовать для следующих целей:

- мониторинг территории с целью постоянного наблюдения за состоянием объектов и территорий;
- измерение и передача информации о радиационном и химическом загрязнении территории и воздушного пространства на перевале;
- инженерная разведка зон ЧС природного и техногенного характера; выявление и мониторинг зон затопления;
- мониторинг состояния автомобильной и железной дороги, нефти газопроводов, линий электропередач и других объектов;
- экологический мониторинг водоемов и побережий;
- определение и уточнение точных координат зон ЧС и поврежденных объектов;
- доставка мелких и специальных грузов и инструмента в районы ЧС и особой опасности, где произошли террористические акты.

#### Список литературы

- 1 Гербер, А. Р. О профилактических методах борьбы с лавинами в период строительства и содержания горных железных дорог : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.13 / А. Р. Гербер. – М., 1984. – 182 с.
- 2 Тушинский, Г. К. Ледники, снежники, лавины / Г. К. Тушинский. – М. : Географгиз, 1979. – 263 с.
- 3 Организация инженерной защиты населения и территорий : учеб. В 4 ч. Ч. 1. Прогнозирование инженерной обстановки в чрезвычайных ситуациях / под общ. ред. Ю. Н. Тарабаева. – Химки, 2017. – 184 с.
- 4 Тушинский, Г. К. Лавины. Возникновение и защита от них / Г. К. Тушинский. – М. : Географгиз, 1969. – 352 с.
- 5 Узбекистан начал выпуск беспилотников. – URL: <https://www.spot.uz/ru/2022/01/18/lochin-drone/> (дата обращения 23.10.2025).

УДК 378.16

## ОРГАНИЗАЦИЯ СОВМЕСТНОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*А. Л. ХРАМЦОВ*

*Унитарное предприятие «Нефтебитумный завод», Республика Беларусь*

*И. М. ЦАРЕНКОВА, Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Результатом функционирования белорусских технических университетов в конечном итоге должна стать подготовка высококвалифицированных инженеров, способных к инновационной и исследовательской деятельности, которые впоследствии обеспечат технологический суверенитет нашей страны и