

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ГЛОНАСС и GPS ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

С. В. Захаров, Д. Н. Легусова, Д. Е. Махно, Е. С. Захарова

Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, г. Иркутск, Россия

В статье проведен анализ известных технических устройств, которые могут быть использованы для целей охраны труда различных категорий работников инфраструктуры Южного Прибайкалья, а также для повышения безопасности пребывания туристов и туристических групп на территории Кругобайкальской железной дороги; авторами предложено новое техническое устройство, сочетающее в себе достоинства известных моделей и учитывающее их недостатки.

Ключевые слова: озеро Байкал, охрана труда; безопасность работников; обвалы; оползни; сели; землетрясения; безопасность туристов; железнодорожный транспорт; Кругобайкальская железная дорога.

Южное Прибайкалье – это уникальный историко-культурный комплекс, включающий памятники истории, техники и инженерного искусства, природы и совершенно неповторимые ландшафты. Искусственные сооружения, оставленные прошлой культурной эпохой, самым непосредственным образом контактируют с геоконструкциями. Уникальность этого комплекса заключается в том, что в его состав, образуя природно-техническую систему, входит Кругобайкальская железная дорога (КБЖД) с ее огромным количеством рукотворных объектов: 40 тоннелей, 16 галерей, 470 виадуков, мостов и водопропускных труб и подпорных стенок [2].

В последние десятилетия Кругобайкальская дорога используется исключительно в туристических целях, причём, согласно данным Комитета по статистике Иркутской области, численность туристов с каждым годом возрастает [4]. Южное Прибайкалье является одним из самых привлекательных мест отдыха на территории РФ для туристов. Вместе с тем, во время летнего туристического сезона ежегодно теряются десятки туристов, многие из них являются иностранными гражданами. Места, привлекательные для туристов, не редко несут в себе угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций. Возможность возникновения обвалов, селей, оползней, травмирования в тоннелях Кругобайкальской железной дороги, транспортные происшествия – все это увеличивает риск остаться без необходимой помощи на срок не совместимый с жизнью человека, что, несомненно, ухудшает и условия труда различных категорий работников, занятых в инфраструктуре Южного Прибайкалья и безопасность туристов в этом регионе. Статистика подобных происшествий крайне отрицательно влияет на экономическое развитие региона, которое во многом зависит от туристов (в т.ч.

иностранных). С помощью существующих и коммерциализованных на данный момент GPS-навигаторов не решить существующих проблем, т.к. они не обладают противоударными, влагостойкими и др. необходимыми характеристиками, кроме того данные устройства, даже при полном сохранении своих функций не дадут возможности своевременно отыскать человека, попавшего в чрезвычайную ситуацию, ввиду того, что не обладают функцией обратной связи с действующими системами обеспечения безопасности туристических маршрутов, поддерживаемыми специализированными базами и постами МЧС. Таким образом, в большинстве случаев, о человеке, оснащенном GPS-навигатором и попавшем в чрезвычайную ситуацию, будет известно только ему самому. Задачей авторов является разработка такого устройства для мониторинга местоположения сотрудников МЧС, КБЖД и многочисленных туристов, которое позволяло бы находить потерявшихся людей в труднодоступных местах на территории Прибайкалья, тем самым улучшалась бы охрана труда работников инфраструктуры Южного Прибайкалья и повышалась бы безопасность отдыха туристов.

Охрана труда работников, занятых в развитии этой инфраструктуры и обеспечение безопасности пребывания туристов на территории Прибайкалья при этом являются приоритетными задачами. Актуальность поставленной проблемы (для Прибайкальского региона) была подтверждена на совещании, посвященном развитию Сибири, которое проходило под руководством председателя правительства России Владимира Путина 25.10.10 в Москве, где было принято решение о создании особой экономической зоны "Ворота Байкала".

В рамках проекта, предлагаемого авторами, существует необходимость проведения НИОКР, направленных на поиск и расчет наиболее прочного корпуса предлагаемого устройства, с учетом существующих современных ударопрочных материалов, ввиду того, что существующие навигаторы и подобные устройства выходят из строя по причине механических повреждений в период активного развития чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера; необходимо разработать удобный, эргономичный дизайн корпуса устройства, предусматривающий возможность надежного крепления к туристическому инвентарю (ремням, рюкзакам и т.п.). Необходимо осуществить обоснованный подбор соответствующего оборудования и необходимых материалов, оценить возможность пригодности того или иного компонента оборудования (для достоверного определения текущих координат, высоты, скорости, времени по сигналам ГНСС ГЛОНАСС, GPS SBAS (WAAS, EGNOS) в системах с высокой динамикой, к которым относится человек). Научный аспект проблемы состоит в незавершенности концепций существующих разработок систем мониторинга объектов-людей. Был определен следующий состав работ, являющийся, по мнению авторов, необходимыми для решения поставленных задач:

1. Проведение теоретических и поисковых исследований методов, приборов, устройств и способов для слежения за движущимися объектами. Оценка преимуществ и недостатков существующих навигационных систем (ГЛОНАСС / NAVSTAR GPS). Определение необходимых характеристик и подбор устройств наиболее соответствующих задачам быстрого и точного определения

местоположения человека на открытой или частично закрытой (экранированной от систем поиска и слежения) территории (в т.ч. попавшего в чрезвычайную ситуацию и не способного оказать себе помощь самостоятельно); подбор оптимальных комплектующих для будущего оборудования (навигационных приемников с соответствующими частотными диапазонами, антенных блоков, источников питания, прочих вспомогательных частей)

2. Разработка эргономичного дизайна корпуса устройства, подбор материалов и расчет характеристик устройства для достижения максимальной прочности, влагоустойчивости и невосприимчивости к перепадам температур. Создание опытного образца устройства. Испытание возможности функционирования устройства в чрезвычайных ситуациях: в условиях повышенной и пониженной температур, в условиях повышенной влажности и непосредственно в воде. Оперативное наблюдение в реальном времени за параметрами движущегося человека-объекта, сравнение этих параметров с информацией, выдаваемой системой навигации, оценка вероятностей ошибок и погрешностей параметров: текущих координат и скорости человека-объекта. Изучение возможности отказа работы устройства.

3. Моделирование чрезвычайной ситуации «попадание человека-объекта, оснащенного испытываемым устройством, под завал и его нахождение»; создание банка данных о характеристиках и вероятности того или иного чрезвычайного происшествия с различными категориями работников инфраструктуры Южного Прибайкалья, а также туристическими группами. Испытание устройства в реальных условиях на территории Прибайкалья в наиболее удаленных и труднодоступных районах: в горах, местах наиболее часто подверженных обвалам и селям, вблизи тоннелей Кругобайкальской железной дороги. Отработка технологии серийного производства.

В настоящее время для мониторинга наземных объектов из космоса используются одна из двух функционирующих на сегодня систем глобальной спутниковой навигации. Основой этих систем являются 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей $64,8^\circ$ и высотой 19 100 км.

Принцип измерения в Российской системе ГЛОНАСС аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские космические системы». Точность определения координат системой ГЛОНАСС несколько отстаёт от аналогичных показателей для GPS. В 2010 году ошибки навигационных определений ГЛОНАСС (при $p=0,95$) по долготе и широте составляли 4,46 - 8,38 м (в зависимости от точки приёма). В то же время ошибки GPS составляли 2,00 - 8,76 м. При совместном использовании обеих навигационных систем ошибки составляют 2,37 - 4,65 м. Согласно заявлениям экс-главы Роскосмоса Анатолия Перминова, принимаются меры по увеличению точности системы ГЛОНАСС, в 2011 году она должна достигнуть 2,8 метров.

В России навигационную аппаратуру выпускают порядка 10 предприятий («НПО Прогресс», ЗАО «КБ НАВИС», ОАО «РИРВ», ОАО «МКБ Компас»,

ФГУП «НИИМА Прогресс», ОАО «Российские космические системы» (ФГУП РНИИ КП), ОАО «Русские Навигационные Технологии», ООО «ТехноКом», ООО «М2М телематика», ЗАО «Микчел-ТСК» и другие). Комбинированная ГЛОНАСС/GPS аппаратура профессионального уровня изготавливается многими производителями, в том числе зарубежными фирмами Topcon, Javad, Trimble, Septentrio, Ashtech, NovAtel, SkyWave Mobile Communications.

Следует отметить, что вся выпускаемая аппаратура представлена в основном так называемыми навигаторами, не обладающими необходимыми характеристиками для условий экстремальной эксплуатации (повышенная влажность, высокая/низкая температура, удары и сотрясения - выводят это оборудование из строя). Оборудование, обладающее требуемыми характеристиками, также выпускается вышеуказанными производителями, но является дорогостоящим и по ряду технических характеристик неприемлемым для использования на территории Южного Прибайкалья.

Среди отечественных запатентованных устройств, наиболее близкими по технической сущности являются:

- «ударопрочный вибрационный датчик угловой скорости» (патент RU 2412448), обладающее ударопрочной конструкцией корпуса, позволяющее повысить прочность для сохранения содержимого, но предназначенное для измерения угловой скорости, также имеется отличие в используемом материале (в известном устройстве используется металлическая балка для защиты от продольных и поперечных ударов, а в предлагаемом нами устройстве - кевлар) [5];

- «система спасения для спасательного жилета» (патент RU 2389036), содержащее терминал отслеживания положения объекта, закрепленный на спасательном жилете, который передает сигнал спасения и соответствующий идентификационный номер, хранимый в микрокомпьютере, множеству GPS спутников через передатчик сигнала спасения; спутник-ретранслятор, принимающий сигнал от терминала отслеживания положения в море и GPS спутников, чтобы вычислить координаты положения потерпевшего и осуществить мониторинг изображения потерпевшего, используя вычисленные координаты положения. Достигается технический результат - обеспечение быстрого спасения потерпевшего. Отличия от предлагаемого авторами устройства заключаются в отсутствии предложений по конструкции самого датчика, а объект спасения находится в море [5].

- «аварийный радиомаяк» (патент RU 2306576), используется для обнаружения терпящих бедствие различных, например, воздушных судов. Достигаемым техническим результатом заявленного изобретения является повышение точности определения координат места катастрофы воздушного судна и сокращение времени поиска потерпевших бедствие, повышение надежности работы радиомаяка. Отличие от предлагаемого авторами устройства заключается в конструкции - радиомаяк содержит блок ввода сигнала активизации радиомаяка, блок формирования сигнала аварийной перегрузки, первый блок постоянной памяти, формирователь кода времени, передатчик спутникового канала, формирователь модулирующего сигнала, передатчик приводного канала, дуплексер, приемник навигационных сигналов от системы GPS и/или ГЛОНАСС,

блок оперативной памяти, блок автономного питания, селектор питания, пульт дистанционного управления, блок комплексирования навигационных данных и второй блок постоянной памяти. Предлагаемое авторами устройство содержит только универсальный приемник навигационных сигналов от систем GPS и ГЛОНАСС [5].

- «портативный приемоиндикатор спутниковых радионавигационных систем» (патент RU2175801). Изобретение относится к области конструирования радиоэлектронных устройств и может быть использовано в портативных (карманных) приемоиндикаторах спутниковых радионавигационных систем (СРНС) GPS и ГЛОНАСС, использующих для приема сигналов квадрифилярные антенны. Техническим результатом является удобство в пользовании при сохранении габаритов приемоиндикатора по ширине и минимизации экранирующего действия корпуса на антенну в рабочем положении. Устройство содержит вытянутый в продольном направлении корпус, выполненный в форме параллелепипеда, а также выполненную в форме параллелепипеда квадрифилярную антенну. Отличие от предлагаемого нами устройства в том, что корпус заявляемого устройства является противоударным, выполнен из иного материала, имеет иную конструкцию, приемопередающая антенна располагается внутри корпуса [5].

Недостатками описанной конструкции всех перечисленных устройств являются - отсутствие эргономичного дизайна корпуса устройств, отсутствие противоударной конструкции (для всех устройств кроме первого), не использованы современные материалы, обладающие лучшими характеристиками для изготовления отдельных частей устройств, в основном, используется металл, пластмасса, используется внешняя (выносная) антенна, подверженная механическим повреждениям. Наиболее близким по технической сущности заявляемому устройству является устройство «Портативный приемоиндикатор спутниковых радионавигационных систем» (патент RU 2175801). Изобретение также относится к области конструирования радиоэлектронных устройств и может быть использовано в портативных (карманных) приемоиндикаторах спутниковых радионавигационных систем (СРНС) GPS и ГЛОНАСС, использующих для приема сигналов квадрифилярные антенны. Техническим результатом является удобство в пользовании при сохранении габаритов приемоиндикатора по ширине и минимизации экранирующего действия корпуса на антенну в рабочем положении. Заявляемый портативный приемоиндикатор спутниковых радионавигационных систем содержит вытянутый в продольном направлении корпус, выполненный в форме параллелепипеда, а также выполненную в форме параллелепипеда квадрифилярную антенну. Недостатком этого устройства является отсутствие эргономичного дизайна корпуса, отсутствие противоударной конструкции, не использованы современные материалы, обладающие лучшими характеристиками для изготовления отдельных частей устройств (используется металл и пластмасса). Антенна расположена снаружи корпуса, является уязвимой частью устройства в случае удара. Устройство является громоздким и неэргономичным (выполнено в форме прямоугольного параллелепипеда

с острыми вершинами). Отсутствует возможность крепления устройства к инвентарю или одежде.

Задачей заявляемого авторами изобретения является устойчивое функционирование устройства в условиях чрезвычайных ситуаций, связанных преимущественно с нахождением под каменным завалом, корпус устройства при этом должен выдерживать прямые удары и давление каменно-лавинной среды. Поставленная задача решается тем, что в «устройстве для спутникового мониторинга местоположения туристических групп и отдельных туристов», содержащем навигационный приемник, антенну для работы в составе спутникового приемника, источник электрического питания, согласно изобретению, для защиты от продольных и поперечных ударов аппаратной части устройства используется корпус устройства с радиально скругленными вершинами, что повышает ударопрочность конструкции, сама конструкция выполнена из парарамидного (полипарафенилен-терефталамид) волокна –кевлара; антенна для работы в составе спутникового приемника располагается внутри корпуса. Для увеличения прочности устройства используется парарамидное (полипарафенилен-терефталамид) волокно – кевлар; для увеличения ударостойкости устройства используется конструкция с радиально скругленными вершинами корпуса; для исключения возможности повреждения антенного блока, последний расположен внутри корпуса; для исключения возможности утери устройства во время активной фазы какой-либо чрезвычайной ситуации в устройстве имеется отверстие для крепления к туристическому инвентарю или деталям одежды.

В результате реализации предлагаемого авторами проекта ожидается появление на рынке туристических услуг Прибайкалья устройства для спутникового мониторинга местоположения туристических групп и отдельных туристов в труднодоступных местах на территории Прибайкалья, с целью обеспечения их безопасности, которое будет обладать лучшими технико-экономическими характеристиками, чем аналоги: корпус устройства, изготовленный из парарамидного (полипарафенилен-терефталамид) волокна кевлара и дополнительно защищенный снаружи стеклотканью, способен выдерживать прямой удар острым краем падающего камня (предел прочности $\sigma_0 = 3620$ МПа), устройство не подвержено воздействию влаги, работоспособно при нахождении непосредственно в водной среде (рис 1.).

Материал, из которого планируется выполнить корпус (рис. 2), сохраняет прочность и эластичность при низких температурах, вплоть до криогенных (-196 °С), более того, при низких температурах он даже становится чуть прочнее, при нагреве - не плавится, а разлагается при сравнительно высоких температурах ($430-480$ °С). Температура разложения зависит от скорости нагрева и продолжительности воздействия температуры. При повышенных температурах (более 150 °С) прочность уменьшается с течением времени: например, при температуре $+160$ °С прочность уменьшается на $10-20$ % только после 500 часов.

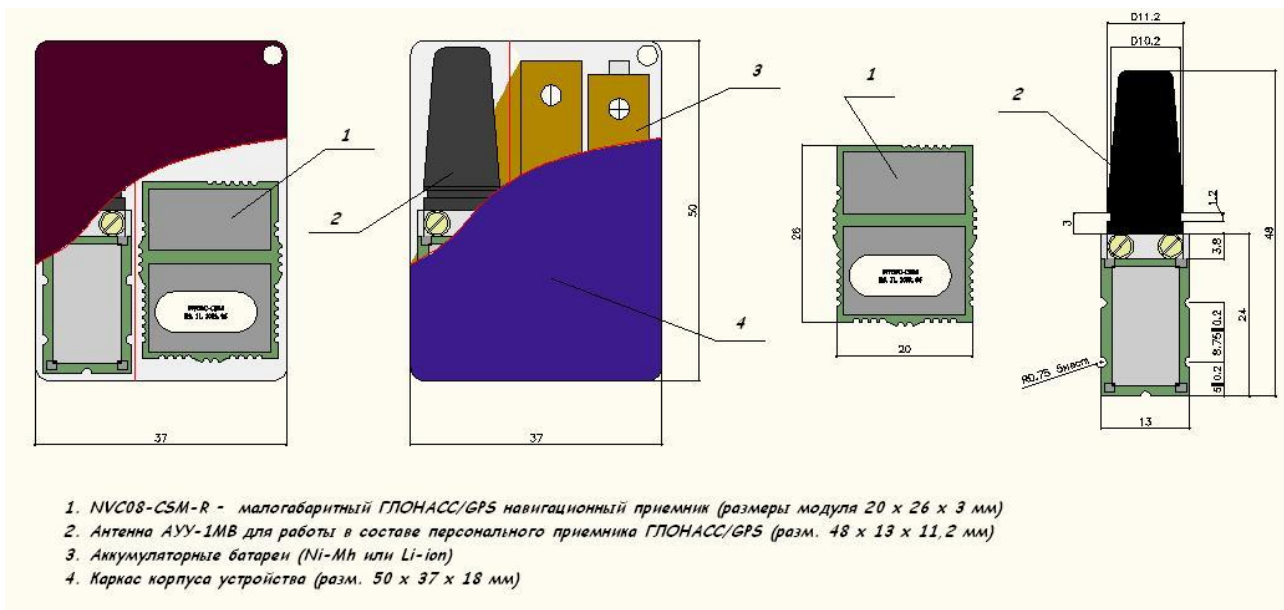


Рис.1 Устройство для спутникового мониторинга местоположения туристических групп

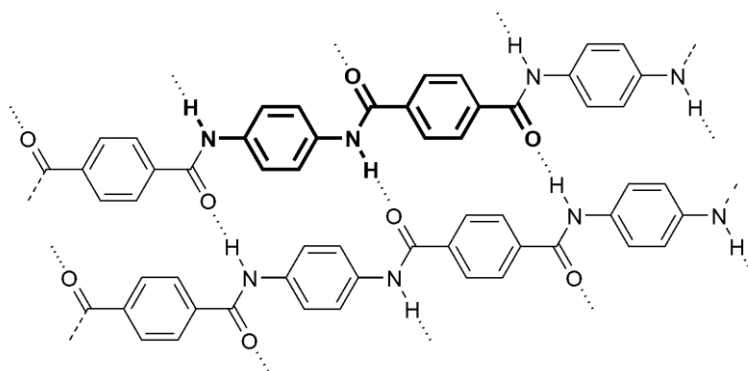


Рис. 2 Структура кевлара

Устройство будет выполнено в эргономичном дизайне в форме прямоугольного параллелепипеда, у которого вершины и грани радиально «спилены», размерами от 2×1×4 до 4×2×7 см (в зависимости от используемого приемовычислительного модуля (рис. 3), источника питания и антенного блока). Изначально в устройстве предполагается использование полнофункционального модуля ГЛОНАСС 1К-181, энергопотребление которого 0,1 Вт (поддерживаемые системы - ГЛОНАСС/GPS, а также GALILEO/COMPASS (серия NV08C)). Альтернативой является использование модуля МНП-М3 Ижевского радиозавода



Рис.3 «Комбинированные приемовычислительные модули»

Устройство работает следующим образом: имея в своем составе ГЛОНАСС/GPS навигационный приемник и антенну для работы в составе приемника, устройство передает сигнал спутникам, который, после соответствующей цифровой обработки в системе, содержит информацию о географических координатах и скорости перемещения человека-объекта, оснащенного этим устройством. Информация о местонахождении объекта, его скорости передается на специализированные интернет порталы (например <http://www.web-glonass.ru>). Имея эту информацию, человек-объект, попавший в чрезвычайную ситуацию, и, не способный оказать себе помощь самостоятельно, легко может быть найден по сигналу, отображаемому на географической карте специализированного интернет-портала. Противоударный корпус устройства исключает возможность повреждения аппаратной части в момент активной фазы какой-либо чрезвычайной ситуации (обвалы, лавины, сели, землетрясения и др.); содержит две аккумуляторные батареи, способные поддерживать устройство в работоспособном состоянии до 4х суток.

С помощью устройства можно будет определять текущие координаты и скорость объекта-человека в реальном масштабе времени по сигналам спутниковых навигационных систем. Устройство будет работоспособно после воздействия виброускорения с амплитудой синусоидальной вибрации не более $19,6 \text{ м/с}^2$ на частоте $25 \pm 5 \text{ Гц}$ в течение 30 минут виброускорения амплитудой не более 49 м/с^2 в диапазоне частот от 10 до 2000 Гц, пикового ударного ускорения амплитудой не более 196 м/с^2 , однократного механического удара длительностью от 5 до 15 мс, пикового ударного ускорения многократных механических ударов амплитудой не более 196 м/с^2 и длительностью от 1 до 5 мс, линейного ускорения не более 98 м/с^2 и изменению температур от минус 50 до 75 °С. В сравнении с существующими аналогами размеры предлагаемого устройства будут меньше в 1,5-3 раза, что, несомненно, удобнее в эксплуатации. Разработка надежного крепления устройства к туристическому инвентарю также входит в задачи проекта. Такими устройствами планируется оснащать туристические группы на территории Прибайкалья (на правах продажи или аренды на период пребывания туристов в труднодоступной/опасной местности), услуга будет осуществляться посредством туроператоров, работающих на этой территории.

Литература

1. Захарова Е. С., Верхотуров В. В., Захаров С. В. «Оценка рекреационного потенциала территорий кругобайкальской железной дороги» в журнале: Экологические системы и приборы №5 с 29-34, Москва, 2010.
2. Захарова Е. С. «Природно-техническая система Кругобайкальской железной дороги: антропогенная нагрузка и проблемы развития туризма» в журнале: Экологические системы и приборы №6 с 19-23, Москва, 2010.
3. Захарова Е. С., Верхотуров В. В., Захаров С. В. «Хронология геоэкологических процессов и явлений в районе эксплуатации Кругобайкальской железной дороги» в журнале: Вестник ИрГТУ №6 2011, с 61-66, Иркутск, ИрГТУ, 2010.
4. Туризм в Иркутской области. Письмо территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области от 29.06.2009 г. №07-01/135/ РОССТАТ. - Иркутск, 2009. – 2с.
5. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам [Электронный ресурс] / Информационно-поисковая система. – Электрон. дан. – М. : ФГУ ФИПС - . – Режим доступа : <http://www1.fips.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Хобта А. В. Земля Иркутская : Науч.-попул. иллюстрир. журн. -Иркутск 2003г. N 2/3 (22/23). Изыскания пути вокруг Байкала / А.В. Хобта. - стр. 7-18.

С. В. Захаров, Д. Н. Легусова, Д. Є. Махно, О. С. Захарова

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ГЛОНАС і GPS ДЛЯ ЦІЛЕЙ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У статті проведено аналіз відомих технічних пристроїв, які можуть бути використані для цілей охорони праці різних категорій працівників інфраструктури Південного Прибайкалля, а також для підвищення безпеки перебування туристів і туристичних груп на території Навколобайкальській залізниці; авторами запропоновано нове технічний пристрій, що поєднує в собі гідності відомих моделей і враховуються їх недоліки.

Ключові слова: озеро Байкал; охорона праці; безпеку працівників; обвали; зсуви; сіли; землетрусу; безпеку туристів; залізничний транспорт; Навколобайкальська залізниця.

S. Zakharov, D. Legusova, D. Makhno, E. Zakharova

USE OF GLONASS AND GPS FOR HEALTH AND SAFETY IN EMERGENCIES

In article the analysis of known technical devices which can be used for a labor safety of various categories of workers of an infrastructure of Southern Pribaikalye, and also for increase of safety of stay of tourists and tourist groups in territory of the Krugobajkalsky railway is carried out; authors the new technical device combining advantages of known models and considering their lacks is offered.

Key words: Baikal Lake, labor protection, safety of workers; landslides; landslides, mudflows, earthquakes, safety of tourists, railway transport, Baikal railway.

Сведения об авторах

Захаров Сергей Викторович, ГОУ ВПО ИрГТУ, кандидат технических наук, зам. директора Технопарка ИрГТУ, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин; Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.83, ауд. К-120 тел.: 89500617096, e-mail: Ser1980@list.ru

Легусова Дарья Николаевна, аспирант ИрГТУ, техник отдела развития инновационной деятельности Технопарка ИрГТУ; Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.83, ауд. К-120 тел.: 89086594915, e-mail: log0911@mail.ru

Махно Дмитрий Евсеевич, доктор технических наук, профессор; Россия, г.Иркутск, ул.Лермонтова, д.83, ауд. К-120, тел.: 8 (3952) 40-50-69

Захарова Елена Сергеевна, аспирант кафедры органической химии и пищевых технологий, Россия, г.Иркутск, ул.Лермонтова, д.83, ауд. К-120, тел.: 89500550049, e-mail: gnom2205@list.ru