

# МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОИСКА ГОРНЯКОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

А.А. Зобнина

Томский политехнический университет

aaz47@tpu.ru

## Введение

В настоящее время методы поиска людей, застигнутых аварией и оказавшихся отрезанными от внешнего мира в результате обрушения пород, затопления, заиливания горных выработок, не являются достаточно эффективными. Известно много случаев, когда поиск горняков, оказавшихся под завалом, заканчивался безрезультатно, через некоторое время поиск людей прекращался, так как время на обнаружение и спасение было безнадежно упущено.

Существующие способы и используемое оборудование для поиска предоставляют сотрудникам спасательных служб возможность сделать лишь приблизительную оценку расположения людей в горных выработках под завалом. Сам поиск осуществлялся бойцами военизированной горноспасательной части (ВГСЧ) вручную, зачастую с риском для собственной жизни; не сразу и не всегда заканчивался своевременным обнаружением и спасением людей.

С целью сокращения времени поиска людей в чрезвычайных ситуациях и их спасения возникла необходимость создания системы, которая могла бы с большей точностью определить местоположение горняков под завалами в шахтах и рудниках.

## Определение местоположения горняка в горных выработках

В аварийной ситуации (при разрушении подземной инфраструктуры) должен обеспечиваться оперативный поиск людей под завалами и за ними. На данный момент в структурных подразделениях АО «Воркутауголь» используется система Commtac (Strata), которая позволяет определять местоположение горняка в горных выработках. Данная система строится на технологии определения местоположения по уровню сигнала – технологии RSSI (Received Signal Strength Indication – измерение уровня мощности принимаемого сигнала). Достигнутая точность позиционирования для описанного метода – погрешность определения координат местонахождения человека (объекта наблюдения) составляет  $\pm 20$  м [1].

Точность позиционирования человека в горной выработке, равная  $\pm 20$  м, не предоставляет достаточной информации бойцам ВГСЧ для принятия решения в выборе способа и инструментов, необходимых для разбора завалов и поиска людей, оказавшихся в опасной для жизни ситуации.

В большинстве случаев при спасательных работах для уборки горной массы используется ручной инструмент: лопата, лом, кайло, кувалда; для дробления больших кусков обрушенной породы исполь-

зуются молотки гидравлические с переносными агрегатами питания и гидроклинья; для удаления нарушенной крепи, кабеля, труб и металлической арматуры в аварийной зоне используются ручные гидравлические ножницы и ручные тали.

Большим недостатком используемых для разбора завалов инструментов является большой объем ручного труда [2], энергозатратность человеческих ресурсов при транспортировке крупногабаритных инструментов.

Таким образом, крайне важным является наличие возможности определения расстояния до человека, застигнутого аварией, как можно точнее. Это позволит бойцам ВГСЧ выбрать инструменты, необходимые для разбора завала, в соответствии с расстоянием до горняка, попавшего в чрезвычайную ситуацию. В результате уменьшатся трудозатраты спасателей, сократится время, затрачиваемое на дорогу до места работ, за счет транспортировки только необходимых инструментов, и, как следствие, увеличится время на разбор завалов и поиск людей, что является определяющим для спасения жизни.

Разработка такого программного обеспечения (ПО), которое осуществляло бы взаимодействие со специальными аппаратными средствами системы поиска горняков в чрезвычайных ситуациях в горных выработках и позволяло бы определять их местоположение с точностью  $\pm 2$  м, являлась основной задачей автора данной статьи.

## Анализ существующих методов поиска людей в горных выработках при чрезвычайных ситуациях

В настоящее время существует специально созданный прибор, который показывает конечному пользователю значение уровня сигнала, получаемого от электронной метки на светильнике горняка. Недостатком такого прибора является неочевидность предоставляемых пользователю данных: уровень сигнала не говорит о том, на каком расстоянии находится спасатель от искомого шахтера. Значение уровня сигнала сложно перевести в расстояние неподготовленным пользователем, особенно в чрезвычайных ситуациях.

В результате анализа недостатков данного прибора был выявлен способ представления необходимой информации конечному пользователю: отображать расстояние между устройством поиска и объектом поиска в метрах.

### Ознакомление с оборудованием системы поиска горняков в горных выработках

Вся система поиска людей в горных выработках в чрезвычайных ситуациях состоит из специально разработанного оборудования компании Strata: 1) модифицированного поискового соединительного модуля С (узла С); 2) антенны; 3) соединительного кабеля; 4) смартфона, специально разработанного для использования в условия шахты; 5) программного обеспечения (рис. 1).



Рис. 1. Оборудование системы поиска горняков в чрезвычайных ситуациях в горных выработках

Модифицированный соединительный модуль С состоит из корпуса, в котором расположены следующие элементы: 1) Bluetooth модуль BLE 4.0 (Bluetooth Low Energy) [3, 4] HC-08 [5]; 2) COM-порт; 3) блок питания (батарея); 4) соединительная плата, которая служит мостом между модулем Bluetooth, COM-портом и блоком питания.

### Описание работы программного обеспечения системы поиска горняков в горной выработке

Для решения задачи поиска горняков в горных выработках под завалами и за ними при чрезвычайных ситуациях было разработано мобильное приложение «Strata Search» под ОС (операционную систему) Android на языке программирования Java.

Согласно требованиям, предъявляемым к обязательной экипировке сотрудников, работающих на горнодобывающих предприятиях, каждый работник, спускающийся в шахту, снабжается приемопередатчиком сигнала, встроенным в индивидуальный головной аккумуляторный светильник. Светильник всегда находится при человеке, в том числе и в случае возникновения аварийной ситуации.

В каждом светильнике расположена электронная метка, которая распространяет радиосигналы. Узел С, в свою очередь, улавливает сигналы от меток, расположенных в зоне видимости антенны, которая подсоединена к нему с помощью кабеля.

COM-порт обрабатывает получаемые от меток сигналы, определяет значение силы сигнала и делает рассылку пакета, в котором, помимо служебной информации, содержится необходимое значение уровня принимаемого сигнала.

Программное обеспечение, подключенное по Bluetooth к узлу С, получает пакеты с информа-

цией, обрабатывает ее и выводит важную информацию на пользовательский экран в мобильном приложении.

Конечные пользователи системы поиска людей под завалами и за ними в горных выработках (бойцы ВГСЧ) работают в чрезвычайных, опасных для жизни ситуациях, поэтому пользовательский интерфейс ПО должен быть адаптирован в соответствии с требованиями пользователя.

В результате работы системы поиска сотруднику спасательной службы показывается только важная ему информация: номер метки объекта поиска и расстояние до объекта поиска (человека с соответствующей меткой в светильнике) в метрах.

Вся процедура работы с приложением (включение, указание номера метки искомого горняка) проводится на поверхности. Комплект в шахту опускается активированным.

### Заключение

В результате работы автором статьи было разработано программное обеспечение для смартфона под ОС Android. Мобильное приложение «Strata Search» обрабатывает получаемые значения уровня сигнала с метки и отображает итоговое расстояние между сотрудником спасательной службы, осуществляющим поиск, и горняком, попавшим в чрезвычайную ситуацию.

Преимуществом данного ПО является то, что от пользователя не требуются специальные знания, интерфейс приложения интуитивно понятен и прост в использовании.

В результате тестирования приложение «Strata Search» верно определило расстояние до объекта поиска с точностью  $\pm 20$  м с учетом завала и без него.

### Список использованных источников

1. В.С. Ваганов, к.т.н. Многофункциональные системы безопасности, применяемые при производстве горных работ // Журнал «Горная Промышленность» №3 (115) 2014, стр.25.
2. Устройство для ликвидации завалов в шахте при спасении людей, застигнутых аварией [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://poleznayamodel.ru/model/11/112270.html>.
3. Bluetooth low energy overview: [Электронный ресурс] / Developers, Documentation. — Режим доступа к ст.: <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth-le>.
4. Android + Bluetooth + Arduino: Android-приложение для обмена данными с ардуино при помощи bluetooth-модуля HC-05: [Электронный ресурс] / stD. — Электрон. ст. — Режим доступа к ст.: <https://istarik.ru/blog/android/50.html>.
5. Использование Bluetooth модуль HC-06 в приложениях Android: [Электронный ресурс] / learn2prog. — Электрон. ст. — Режим доступа к ст.: <http://learn2prog.ru/bluetooth-android-using>, свободный.