

УДК 621.395

НАРОЖНЫЙ В. В., к.т.н., доцент кафедры СКС (УкрГАЖТ);  
ГРИГОРЬЯНЦ Г. Е., инженер ИВЦ (УкрГАЖТ).

## Проведение исследований влияния подвижного железнодорожного транспорта на передачу данных по WiFi

---

### Актуальность

Обеспечение безопасных условий труда, сохранение здоровья и жизни работников транспорта – важнейшая задача на железнодорожном транспорте во всех видах деятельности.

Человеческий фактор – основная причина несчастных случаев. Нарушение работниками железнодорожного транспорта технологии выполнения работ, не соблюдение требований инструкций, правил и других нормативных документов по вопросам охраны труда, нарушение производственной и технологической дисциплин – часто приводят к несчастным случаям на производстве.

Большинство случаев травматизма – результат неудовлетворительной организации работ на производстве: отсутствие должного контроля в вопросах соблюдения требований охраны труда со стороны руководителей; в некоторых случаях организация профилактических работ по охране труда на низком уровне; отсутствие контроля за устранением выявленных замечаний при проверках, проводимых руководителями дистанций, дорог и предприятий; нарушением технологического процесса; низкой трудовой и производственной дисциплины.

Использование телекоммуникационных устройств на железнодорожном транспорте уже является свершившимся фактом [1,2], а применение новых мо-

бильных телекоммуникационных технологий [3] поможет повысить безопасность труда на железнодорожном транспорте.

---

### Основная часть

Для совершенствования организации безопасности труда на железнодорожном транспорте и повышения контроля за соблюдением требований охраны труда, разрабатывается система диспетчерской индивидуальной информатизации (СДИИ) на базе современных информационных и телекоммуникационных мобильных технологий (рисунок 1).

Применив эти технологии на железнодорожном транспорте можно не только повысить безопасность, но и поднять трудовую дисциплину, поскольку каждый работник всегда будет виден на экране монитора дежурного по станции или диспетчера участка.

Коммуникационные мобильные технологии уже имеют широкий спектр использования в жизнедеятельности человека [3]. Смартфон – современное мобильное телекоммуникационное устройство является многофункциональным и быстро занимающим рынок мобильной связи. Используя встроенные функции Wi-Fi и GPS можно значительно усовершенствовать систему «человек на пути» и снизить травматизм работников железной дороги.

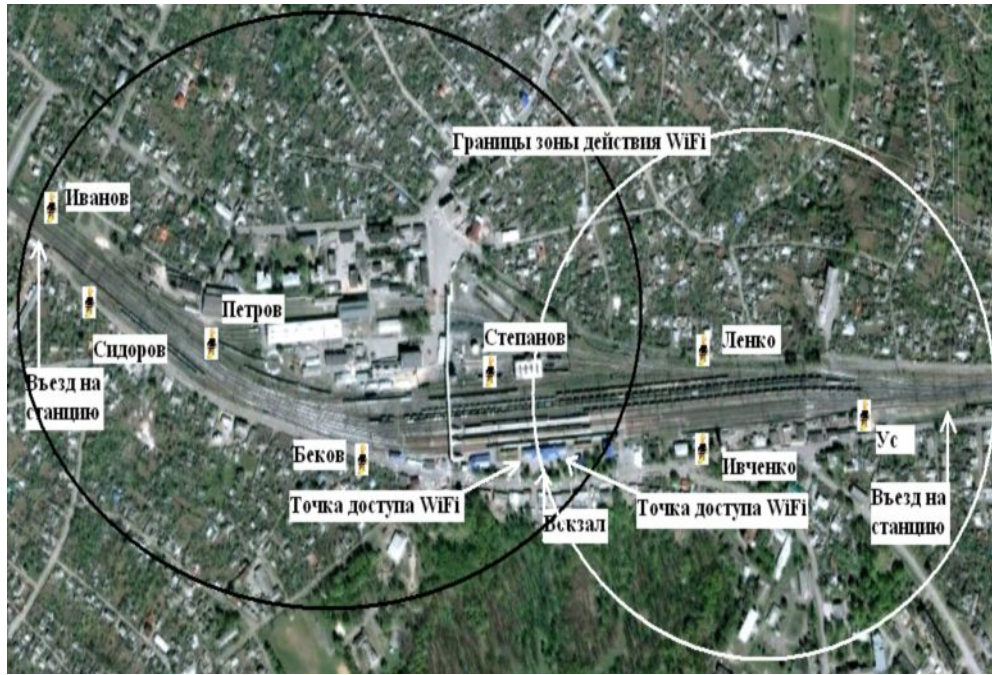


Рис. 1. Элементы реализации СДИИ (станция Люботин, вид со спутника)

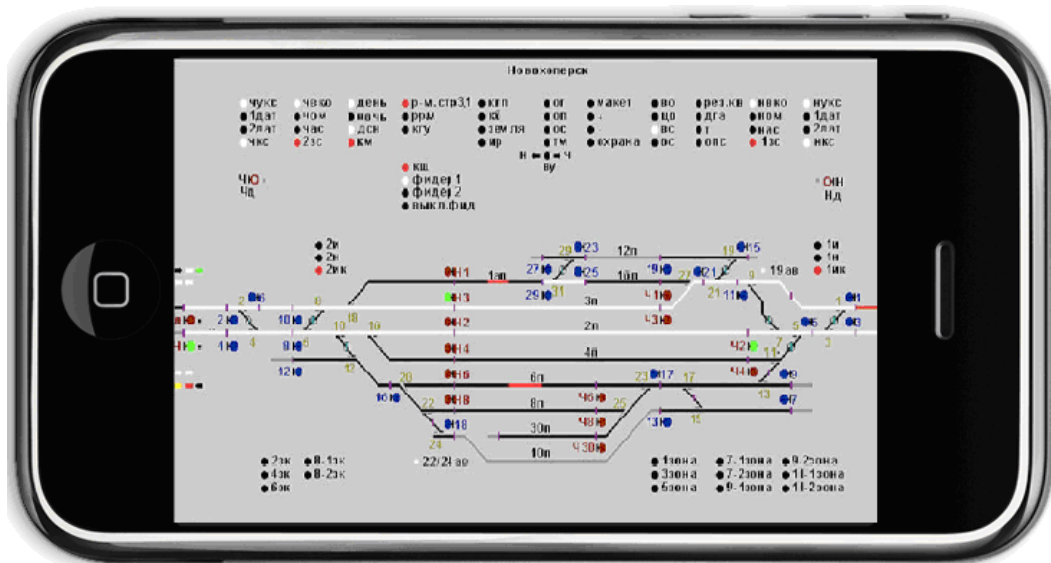


Рис. 2 . Пример видеокadra с ARМ на смартфоне

Определяются координаты работников, при приближении поезда в реальном времени на мобильные устройства (смартфоны) приходит звуковое и графическое сообщение. Данное нововведение дает возможность диспетчеру контролировать не только передвижение составов, но и передвижения работников.

Применив эти технологии на железной дороге можно не только повысить безопасность, но и поднять трудовую дисциплину, поскольку каждый работник всегда будет виден на экране монитора дежурного по станции или диспетчера участка (рисунок 3).

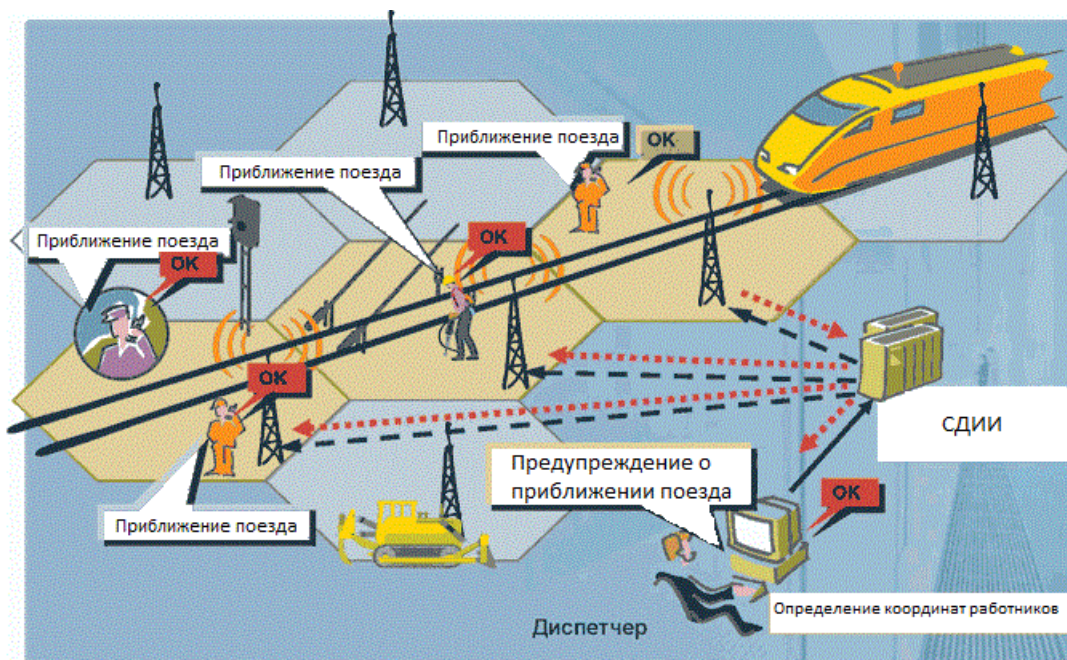


Рис. 3. СДИИ в действии

Данные на мобильные устройства передаются по беспроводной технологии Wi-Fi. Важным вопросом остается степень влияния на покрытие Wi-Fi проходящего железнодорожного транспорта.

Базовым стандартом для наших исследований был выбран стандарт IEEE 802.11n. Этот стандарт является самым

производительным. Ниже приведена таблица стандартов WiFi [4], где OFDM - мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов, DSSS - широкополосная модуляция с прямым расширением спектра, MIMO - метод пространственного кодирования сигнала.

Таблица 1

Современные стандарты WiFi

Характеристики	Стандарты:			
	IEEE 802.11a	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n
Год ратификации Wi-Fi альянсом	2001	1999	2003	2009
Максимальна скорость передачи данных	54 Мбит/с	11 Мбит/с	54 Мбит/с	300 Мбит/с
Обычная скорость передачи данных	23 Мбит/с	4 Мбит/с	20 Мбит/с	120 Мбит/с
Ширина канала	20 МГц	22 МГц	20 МГц	40 МГц
Диапазон сигнала (в помещении/на улице)	~35м./~110 м.	~30м./~100 м.	~35м./~110 м.	~70м./ ~160 м.
Схема модуляции	OFDM	DSSS	OFDM	OFDM, MIMO
Рабочая частота	5 ГГц (5,15–5,350 ГГц і 5,725–5,825 ГГц)	2,4 ГГц (2,4–2,4835 ГГц)	2,4 ГГц (2,4–2,4835 ГГц)	2,4 ГГц (2,4–2,4835 ГГц)

При передаче сигнала в любой среде его интенсивность уменьшается с расстоянием. Такое ослабление, или затухание, в общем случае логарифмически зависит от расстояния. Как правило, затухание можно выразить как постоянной потери интенсивности (в децибелах) на единицу длины. При рассмотрении затухания важные три фактора.

1) Полученный сигнал должен иметь мощность, достаточную для его обнаружения и интерпретации приемником.

2) Чтобы при получении отсутствовали ошибки, мощность сигнала должна поддерживаться на уровне, в достаточной мере превышающий шум.

3) При повышении частоты сигнала затухание возрастает, что приводит к искажению.

Для любого типа беспроводной связи передаваемый сигнал рассеивается по мере распространения в пространстве. Следовательно, мощность сигнала, принимаемого антенной, будет уменьшаться по мере удаления от передающей антенны.

Если длина волны несущей и их разнесение в пространстве остаются неизменными, увеличение коэффициентов усиления передающей и приемной антенн приводит к уменьшению потерь в свободном пространстве.

Причиной дополнительных потерь мощности сигнала между передающей и принимающей антеннами является атмосферный поглощения, при этом основной вклад в ослабление сигнала вносят водяные пары и кислород. Дождь и туман (капли воды, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе) приводят к рассеянию радиоволн и, в конечном итоге, к ослаблению сигнала. Указанные факторы могут быть основной причиной потерь мощности сигнала. В областях, для которых характерно значительное выпадение осадков, необходимо либо сокращать расстояние между приемником и передатчиком, или использовать для связи более низкие частоты.

Для любого типа беспроводной связи передаваемый сигнал рассеивается по мере распространения в пространстве. Следовательно, мощность сигнала, принимаемого антенной, будет уменьшаться по мере удаления от передающей антенны. Даже если предположить, что все остальные затухания и ослабления отсутствуют, передаваемый сигнал будет затухать по мере распространения в пространстве. Причина этого - распространение сигнала по все большей площади. Данный тип затухания называют потерями в свободном пространстве и вычисляют через отношение мощности излученной сигнала к мощности полученного сигнала. Для вычисления того значения в децибелах следует взять десятичный логарифм от указанного отношения, после чего умножить полученный результат на 10.

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi)^2 (d)^2}{G_r G_t \lambda^2},$$

где  $P_t$  - мощность сигнала передающей антенны,

$P_r$  - мощность сигнала, поступающего на антенну приемника,

$\lambda$  - длина волны несущей,

$d$  - расстояние, пройденное сигналом между двумя антеннами,

$G_t$  - коэффициент усиления передающей антенны;

$G_r$  - коэффициент усиления антенны приемника.

Итак, если длина волны несущей и их разнесение в пространстве остаются неизменными, увеличение коэффициентов усиления передающей и приемной антенн приводит к уменьшению потерь в свободном пространстве.

Выведем формулу для расчета дальности. Она берется из инженерной формулы расчета потерь в свободном пространстве. Если в этой формуле учесть



всевозможные препятствия и шумы, то можно получить формулу мощности полезного сигнала в точке приема:

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2 L_{\text{дон}} Z}$$

где  $L_{\text{дон}}$  – дополнительные потери,  
 $Z$  – запас в энергетике радиосвязи (дБ), учитывая возможные факторы негативно, влияющие на дальность связи.

Исходя из вышесказанного при построении модели препятствия распространения беспроводного сигнала в виде проходящего состава, нужно учитывать:

- мощность сигнала передатчика(точки доступа);
- расстояние;
- погодные условия;
- чувствительность приемника для определенной скорости - чем она выше,

тем выше скорость;

- Высота антени(точки доступа)

Для реализации данного эксперимента нужно использовать току доступа с внешней антенной.

Android является самой распространенной платформой устанавливаемой на смартфоны и составляет до 60% рынка. Для исследований влияния железнодорожного транспорта на покрытие Wi-Fi предлагается написать программное обеспечение и провести соответствующие измерения сигнала в реальном масштабе времени при прохождении железнодорожного транспорта между источником и приемником сигнала.

Результаты исследований позволят определить степень влияния помех, которые вызываются железнодорожным транспортом, и наметить цели и задачи для дальнейших исследований (рисунок 4).

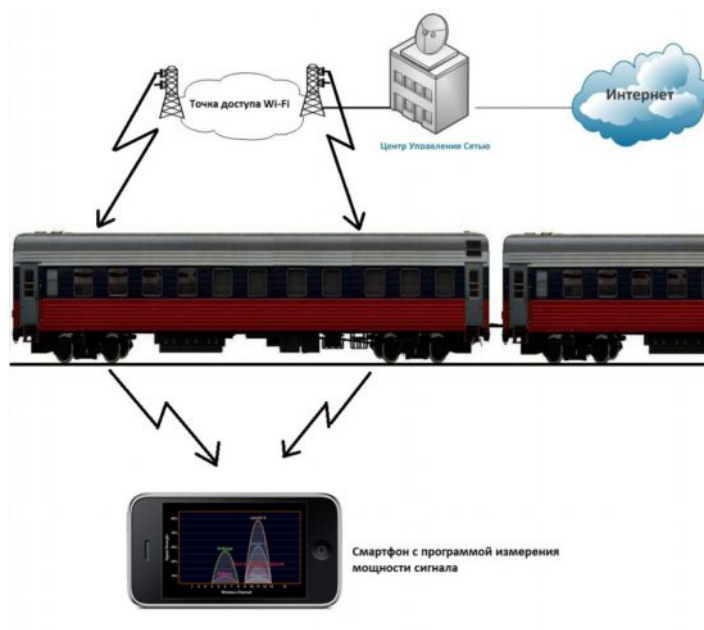


Рис. 4. Схема предполагаемого эксперимента

## Вывод

Практическая ценность результатов, которые будут получены в процессе проведения исследования влияния железнодорожного транспорта на покрытие Wi-Fi,

помогут более точно определить возможности бесперебойности работы системы диспетчерской индивидуальной информатизации.

Список литературы

1. Басов В.И., Загарий Г.И. и др. Мультисервисные сети / Под ред. Ю.Н.Терещенко. – Харьков: ЧП Издательство «Новое слово», 2009. – 192 с.
2. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте. / Г.В. Горелов, В.А. Кудряшов, В.В. Шмытинский и др., Под ред Г.В. Горелова. М.: УМК МПС России, 1999. – 57 6 с.
3. Мобильные телекоммуникации. Журнал. Internet–адрес: <http://www.mobilecomm.ru/>
4. Справочник по телекоммуникационным технологиям.: Пер. с англ. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 640 с.

Аннотации:

В статье описан план начала исследований телекоммуникационного устройства с Wi-Fi. Эти исследования определяют степень помех или ограничения эффективного выполнения Wi-Fi, которые вызваны железнодорожным транспортом. Это позволит наметить цели и задачи для дальнейших исследований.

---

У статті описано план початку досліджень телекомунікаційного пристрою з Wi-Fi. Ці дослідження будуть визначати ступінь перешкод або обмеження ефективного виконання Wi-Fi, які викликані залізничним транспортом. Це дозволить намітити цілі та завдання для подальших досліджень.

---

This article describes a plan of beginning studies of telecommunication device with Wi-Fi. These studies will determine the degree of interferences or limit the effective performance of the Wi-Fi, which are caused by railway transport. This will outline the goals and objectives for future research.