

## **ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ ПО АСФАЛЬТОУКЛАДКЕ, И ВАРИАНТЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ**

**Жигалов К.Ю.**

*Институт проблем управления Российской академии наук, НОУ ВПО Московский технологический институт «ВТУ», e-mail: kshakalov@mail.ru*

---

**В статье описываются основные трудности, возникающие в процессе автоматизированного управления строительной техникой на стройплощадках автомагистралей. Основное внимание уделено поиску простых и не затратных решений преодоления или минимизации описанных затруднений на этапе подготовки строительной площадки. Кроме того, в статье затрагивается вопрос защиты вычислительной сети строительной площадки от атак извне путем кодирования сети или ограничения по MAC адресу. Прием во внимание и реализация описанных алгоритмов существенно упростит внедрение процессов автоматизированного управления на строительных объектах и поможет избежать простоев в работе, что повышает эффективность систем управления.**

---

Ключевые слова: автоматизация управления техникой; системы WiFi; применение ГИС; управление объектами на стройплощадках.

## **THE MAIN DIFFICULTIES, ARISING IN THE COURSE OF AUTOMATED MANAGEMENT OF CONSTRUCTION EQUIPMENT ON AN ROADS BUILDING AND OPTIONS OF THEIR OVERCOMING**

**Zhigalov K.Y.**

*Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow Technological Institute, e-mail: kshakalov@mail.ru*

---

**The article described main difficulties, arising in the process of automated management construction equipment on building sites of highways. The main attention is paid to search simple and not expensive solutions of overcoming or minimization of the described difficulties at a stage of preparation of a building site. Besides, the main question in the article is a protection of the computer network of a building site from attacks from the outside by network connection coding or limitation of MAC address. Reception in attention and realization of the described algorithms will simplify introduction of processes of automated management on construction objects and will help to avoid idle times in work that increases efficiency of control systems.**

---

Keywords: construction management automation; WiFi systems; GIS usage; object management in a building site.

Важность вопросов автоматизации процессов строительства не ставится под сомнение. Автоматизация позволит как экономить средства, так и сокращать время строительных работ, а соответственно и ввода в эксплуатацию. Тем не менее, при всех очевидных плюсах этих процессов, автоматизированное управление так и остается на бумаге. Это происходит в основном в связи с рядом трудностей, препятствующих быстрому развитию направления. К основным трудностям можно отнести:

- отсутствие подходящих специализированных систем управления;
- затрудненную передачу данных на строительных объектах;
- отсутствие готовых типичных решений моделей управления;
- низкую скорость передачи данных;
- необходимость защищать линии связи от проникновений извне.

Рассмотрим все описанные выше затруднения и пути их преодоления подробнее.

*Отсутствие специализированных систем управления.* В данном случае имеются в виду программно-аппаратные комплексы управления. Строительные работы, особенно на площадных объектах, связаны с постоянным изменением окружающей обстановки, а все существующие системы управления ориентированы на неизменную обстановку. В связи с чем система должна быть гибкой и подготовленной к таким изменениям на всем протяжении проведения строительных работ. Исходя из этого, имеет смысл воспользоваться ГИС в качестве системы управления [1,5]. Безусловно, изначально ГИС проектировались исключительно как информационно-справочные системы, тем не менее, их возможно использовать и в качестве систем управления, перепрофилировав вывод данных на экран пользователя в сигналы управления. За основу в системе управления имеет смысл брать реальную цифровую модель рельефа (ЦМР) [2,4]. В случае постоянного изменения окружения ГИС способна подменять опорную ЦМР в информационной среде. Это реализуется за счет предварительно подготовленных промежуточных (контрольных) цифровых моделей рельефа, либо за счет построения моделей в режиме реального времени. За счет реализации такой функции система управления оказывается стабильной при любых изменениях.

*Затруднения передачи данных следует рассмотреть совместно с вопросом скорости передачи.* Как известно, самый надежный и быстрый способ передачи данных – это кабельные системы. Поскольку на строительных объектах идет постоянное перемещение техники и людей, тонкие провода использовать крайне ненадежно. Они будут постоянно рваться и, соответственно, прерывать сигнал на неопределенное время (на выявление места обрыва и устранение уходит время). Это обстоятельство крайне неприемлемо в условиях автоматизации процессов управления. Исходя из вышесказанного, остается только использование беспроводных сетей.

Скорость работы беспроводных сетей WiFi определяется поддерживаемым ими стандартом. Максимальная пропускная способность у сетей стандарта 802.11n, она составляет 600 Мбит/сек. У остальных стандартов скорость передачи сигнала существенно ниже (см. таблицу 1). При практическом использовании даже на максимально высоком уровне сигнала производительность WiFi сетей не достигает и 50 % от теоретического максимума [6]. Причинами такого несоответствия являются:

- избыточность кодирования протокола;
- помехи в сигнале;
- изменение расстояния Хемминга с изменением расстояния между передатчиком и приемником;

-количество одновременно участвующих в обмене данными устройств.

Поскольку в участии процесса обмена данными присутствуют не только станции мониторинга, но и бортовые компьютеры систем управления каждым движущимся объектом, имеет смысл разносить устройства обмена данными между станциями с устройствами передачи данных от станции к объектам. Между собой эти маршрутизаторы подключаются по средствам кабеля, пропускная способность которого до 1 Гбит/сек.

Табл. 1. Технические характеристики стандартов беспроводной связи

Протокол	Частота (ГГц)	Теоретическая макс. скор. (Мбит/сек)	Практическая скор. (Мбайт/сек)	Дальн. действия в помещении со станд. ант.	Дальн. действия на откпр. местн. со станд. ант
802.11b	2,4	11	0,4	38	140
802.11a	5	54	2,3	35	120
802.11g	2,4	54	1,9	38	140
802.11n	2,4/5	600	7,4	70	250

Как видно из таблицы, радиус действия роутеров со стандартными антеннами стандарта 802.11n на открытой местности не превышает 250 метров. Тем не менее, радиус действия любой сети WiFi зависит от следующих факторов:

- тип используемого оборудования;
- общая мощность передатчиков;
- коэффициент усиления используемых антенн;
- длина и затухание в кабелях подключения антенн;
- наличие препятствий, имеющих на пути сигнала, и их природа.

Препятствия (такие как: металлические конструкции, бетонные стены) уменьшают радиус действия WiFi сети примерно более чем на 25 %. В связи с тем, что стандарт 802.11a работает на более высоких частотах, он наиболее чувствителен к различному роду препятствиям. На радиус действия стандартов 802.11b и 802.11g влияют помехи от высокочастотных передатчиков.

На строительной площадке дополнительным существенным препятствием может оказаться содержащая воду, поглощающую микроволновое излучение, листва деревьев. Сильный дождь ослабляет сигнал диапазона 2,4Ghz с интенсивностью до 0,05 dB/км. В лесу сигнал может затухать с интенсивностью до 0,5 dB/метр.

Увеличить радиус действия сигнала WiFi возможно с помощью объединения в цепь нескольких беспроводных точек доступа или роутеров, и/или путем замены штатных антенн

на антенны направленного действия. Точки доступа с направленными антеннами можно разместить на площадках, используемых для мониторинга и управления на строительной площадке. Направленные антенны могут увеличивать радиус действия сети до нескольких километров. При этом, направляя антенны, необходимо учитывать тот факт, что пространство вокруг прямой линии, проведенной между приемником и передатчиком, должно быть свободно от поглощающих и отражающих препятствий в радиусе, сравнимом с 0,6 радиуса первой зоны Френеля. Размер зоны рассчитывается по следующей формуле:

$$R_M = 17,3 \sqrt{\frac{1}{f_{ГГц}} \frac{S_{KM} D_{KM}}{S_{KM} + D_{KM}}}$$

Где: S – расстояние от передатчика до препятствия, а D – расстояние от препятствия до приемника.

В реальных жизненных ситуациях обычно используются специализированные детекторы. Тем не менее на стройплощадке большое количество объектов, способных прерывать сигнал (например: грузовые машины, асфальтоукладчики и прочее металлическое оборудование). Эту проблему можно решить, поднимая антенны на значительную высоту над землей.

*Отсутствие готовых типичных решений моделей управления.* Данный аспект, скорее всего, связан с тем, что типичные решения появляются с течением времени, при наборе статистических данных. Поскольку систем управления на строительных объектах до сих пор нет, нет и статистических данных. Соответственно, набор готовых решений на первые этапы можно получить за счет компьютерного моделирования возможных перемещений с использованием ГИС. Для этого в систему необходимо загрузить 3d модели свей, участвующей в процессе строительства техники с заполнением таблицы технических характеристик каждого объекта. После чего строятся пути движения по объектам, и далее моделируются ситуации по времени. Далее из полученных моделей движения набирается библиотека типичных перемещений. Впоследствии, имея полную библиотеку решений, можно комбинировать различную технику еще до выхода на стройплощадку, что существенно повышает эффективность использования конкретной техники на определенной площадке.

*Необходимость защищать данные от проникновения извне.* В данном случае учитывается то, что мы используем мощную WiFi сеть, имеющую большой радиус действия. В настоящее время хорошо появилось достаточно большое количество человек, вооруженных по последнему слову техники, заинтересованных в проникновении в чужие

сети. Некоторым из них просто интересно, как это устроено, другие могут выполнять заказ на саботаж проведения работ от конкурирующих компаний. В связи с вышеизложенным, проблема защиты сетей передачи данных представляется достаточно важной. Существует три варианта решения этой проблемы:

1. По средствам использования алгоритмов шифрования каналов.
2. По средствам использования ограничений доступа по MAC адресу [7].
3. Отключение вещания уникальных идентификаторов сети.

В настоящий момент существует несколько алгоритмов шифрования данных: WEP, WPA, WPA2, AES, WPA-PSK [3]. Данные алгоритмы шифрования имеет смысл применять в сетях с неограниченным объемом возможных клиентов (сети предприятий, домашние сети и т.д.). На строительных площадках используется в основном фиксированный набор оборудования (мосты, между точками сбора информации и вычислительным центром, асфальтоукладчик, самосвалы, катки). Это обстоятельство дает возможность использования наиболее надежного способа защиты сети, ограничения доступа по MAC адресам (уникальным адресам для каждого Ethernet устройства, как проводного, так и беспроводного).

Дополнительно, кроме ограничения доступа по MAC адресу, можно скрыть на всем передающем оборудовании вещание уникального идентификатора SSID (service set identifier). Этот идентификатор, если включено его вещание, отображается в списке сетей у любого WiFi оборудования. Соответственно, если вещание выключено, в списке доступных сетей его не будет, и для попытки проникновения в такую сеть надо будет знать точное название сети, что является дополнительной защитой.

Подводя итоги, можно сказать, что проблем в данном направлении действительно много. Есть задачи, которые можно полностью решить лишь со временем, при наборе достаточной статистической информации. Тем не менее, с помощью материалов, описанных в статье, можно существенно сгладить проблемы и начать внедрять автоматизацию в строительной сфере. Первопроходцам будет действительно сложно, но результат покроет все издержки и выведет отрасль на новый качественный уровень. Это особенно важно в нашей стране, где дороги являются основными транспортными артериями на протяжении нескольких столетий.

### **Список литературы**

1. Жигалов К.Ю. Адаптация современных ГИС под задачи автоматизации процессов управления механизмами на примере строительства автодороги // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5. – С. 235-236.

2. Жигалов К.Ю. Использование современных методов получения и обработки информации для целей создания геоподоснов ГИС-систем. // Естественные и технические науки. – 2012. – № 4. – С. 209-212.
3. Как ломаются беспроводные сети // Техническая документация [Электронный ресурс] URL: <http://www.tdoc.ru/c/networks/wlan/wlan-hack.html> (Дата обращения 01.10.2013).
4. Модели местности цифровые //Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 52440-2005. М. Дата введения 01 Июля 2006.
5. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 288 с.
6. FAQ по беспроводным сетям [Электронный ресурс] URL: [http://www.nix.ru/support/faq/show\\_articles.php](http://www.nix.ru/support/faq/show_articles.php)
7. MAC-адрес // Русская версия Википедия [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/MAC-%E0%E4%F0%E5%F1>. (Дата обращения 01.10.2013.)

**Рецензенты:**

Алчинов А.И., д.т.н., профессор, заведующий лабораторией № 22 ИПУ РАН, г. Москва.

Журкин И.Г., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ВТиАОАИ Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва.