

## Разработка информационной системы для мониторинга и предотвращения несчастных случаев на строительной площадке

*Т.В. Ерещенко, Н.М. Рашевский, М.А. Смирнов, А.Д. Чикин, А.В. Ясенецкий  
Волгоградский Государственный Технический Университет, Волгоград*

**Аннотация:** Строительная сфера считается одной из самых небезопасных отраслей промышленности, в результате чего обеспечение безопасности в строительной отрасли - очень важный фактор. Для уменьшения количества несчастных случаев и мониторинга рабочих на строительном объекте в статье предлагается интегрировать новые технологии отслеживания и коммуникации. Авторами проводится анализ существующих аналогичных технологических решений, выявляются их достоинства и недостатки. Предлагается метод организации мониторинга за рабочими на строительной площадке с применением мобильных устройств, а также архитектура программно-аппаратного комплекса. Разработанный метод представляет собой умную систему для мобильного устройства. Данное решение позволяет следить за местоположением рабочих при помощи GPS-трекера и встроенного акселерометра, и в случае необходимости уведомлять их о возможной опасности.

**Ключевые слова:** строительная площадка, несчастные случаи, безопасность в строительстве, мониторинг рабочих, мобильное приложение, геолокация.

### Введение

Сегодня строительство – это одна из бурно развивающихся отраслей, и это развитие требует значительных материальных, технических и людских затрат. Потребность усовершенствования условий труда считается общественной заботой, вызванной как гуманитарными, так и финансовыми соображениями. Формирование большего количества качественных рабочих мест является одной из главных целей социальной политики Европейского союза [1]. Безопасная и здоровая рабочая среда - важный компонент качества работы. Помимо этого, надежная, работоспособная среда является главным фактором качества жизни человека.

Строительная сфера считается небезопасной отраслью. Однако она представляет немаловажную значимость в удовлетворении потребностей человеческого развития. Уровень смертности от несчастных случаев в строительной отрасли удваивается по сравнению со всеми остальными областями [2-4].

Несчастные случаи во время строительства могут привести к травмам и большим расходам. Косвенные затраты на страхование, инспекцию и регулирование быстро растут из-за увеличения прямых затрат. Таким образом, необходимо разработать процессы организации работ по мониторингу и предотвращению несчастных случаев на строительной площадке, учитывающие современные технологии в области компьютерного зрения, пространственных данных, средств телекоммуникации, а также спроектировать архитектуру и реализовать информационную систему, автоматизирующую их [5-6].

### Анализ существующих технологических решений

На данный момент на рынке существуют приложения, реализованные для строительной отрасли, помогающие облегчить работу на строительной площадке [7-8], однако, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки (см. таблицу 1).

Таблица 1

Сравнение приложений, реализующих мониторинг безопасности на строительной площадке

Название	Lement Pro	Fieldwire	Plan Radar	СтройКонтроль
Серверное приложение	-	+	-	+
Мобильное приложение	+	+	+	+
Мониторинг рабочих	-	+	-	-
Информация об объекте	+	+	+	+
Информация о рабочих	+	+	+	+
Предотвращение несчастных случаев	-	-	-	-

Из таблицы следует, что существующие аналоги («СтройКонтроль», «Lement Pro» и т.п.) позволяют проводить только электронный оборот документов, отслеживать прогресс строительства, демонтажа или

реконструкции объекта и корпоративное общение сотрудников. Это означает, что данные продукты никак не влияют на безопасность людей, трудящихся на объекте, и не позволяют напрямую отслеживать фактическое рабочее время каждого сотрудника [9-10].

### **Архитектура предлагаемого решения**

Предлагаемое решение представляет собой умную систему для предотвращения несчастных случаев на строительной площадке и контроля состояния рабочих (рис 1). Для определения местоположения человека используются доступные технологии GPS и датчик акселерации, встроенные в мобильный телефон, а также возможно использование альтиметра и барометра для повышения точности отслеживания. Для учета фактического рабочего времени сотрудников используется встроенный в приложение таймер, который работник запускает в начале смены на объекте и выключает при окончании. Данные о рабочих часах добавляются в базу данных системы, что позволяет собирать статистику работы каждого сотрудника на строительной площадке.

Предупреждению несчастных случаев, а, как следствие, их сокращению, способствует цветовое разграничение объекта на следующие зоны: повышенной опасности, средней опасности и пониженной опасности, и наличие ручной и автоматической отправки SOS-сигнала оператору при каком-либо происшествии (рис 2).

### **Реализация предлагаемого решения**

Мобильное приложение подразумевает регистрацию рабочих в нем, с последующим подтверждением от оператора, авторизацию и меню. В меню рабочий может выбрать объект, на котором он планирует начать смену, кнопки «Начать смену» и «Закончить смену», кнопку «SOS».

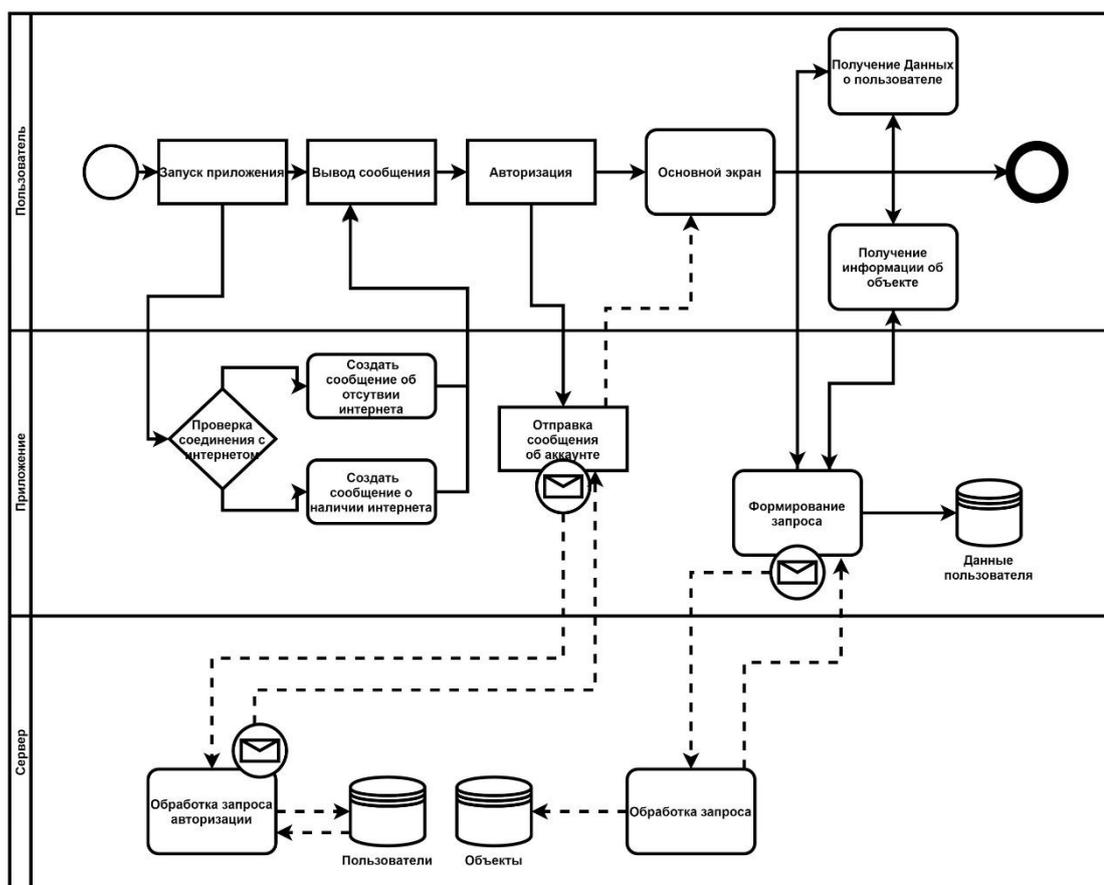


Рис. 1. – Процесс настройки приложения перед использованием

Рабочему в начале смены предлагается ознакомиться с опасными зонами и подтвердить наличие необходимых средств индивидуальной защиты. Далее запускается таймер, который отслеживает рабочие часы. Одновременно с этим приложение начинает отправку данных о сотруднике на сервер. По нажатию кнопки «SOS» оператору отправляется сообщение с последними координатами рабочего. Также аналогичное сообщение отправляется при резком изменении положения рабочего на стройке (например, падение), при помощи встроенных датчиков мобильного телефона. Когда рабочий заканчивает смену, таймер останавливается и отправляет количество отработанных часов на сервер в личную статистику рабочего.

Десктопное приложение позволяет оператору или заказчику отслеживать количество рабочих на объекте, редактировать уровень и

область опасной зоны, собирать статистику (о проделанной работе и несчастных случаях и т.п.).

Оператор системы имеет возможность отслеживания положения рабочих на карте. При получении «SOS» -сигнала оператор может связаться с рабочим, отправившим сигнал, посредством телефонного звонка или отправить сообщение другому(-им) рабочему(-им), чтобы он(они) проверили состояние рабочего, отправившего сигнал.

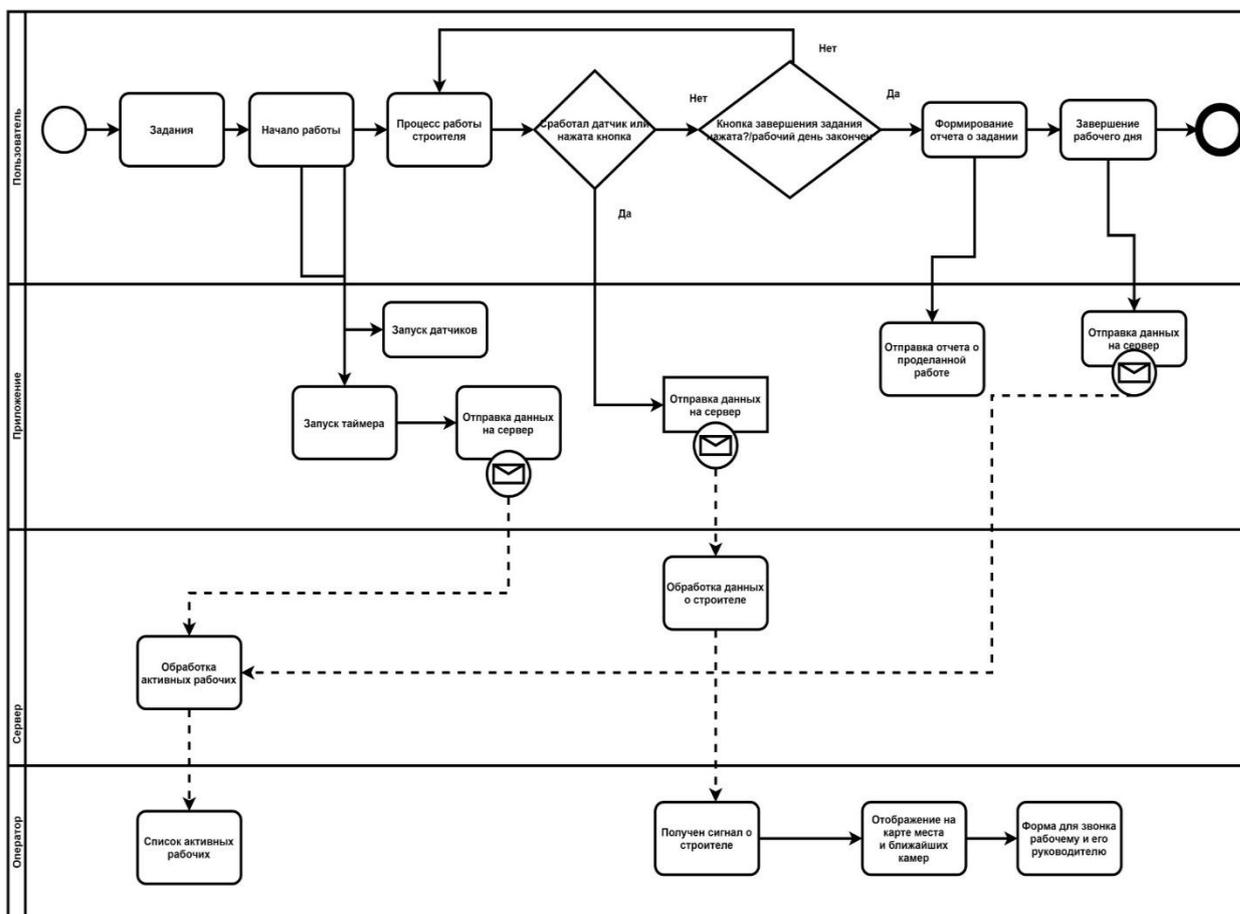


Рис. 2. – Процесс использования приложения

Заказчик имеет возможность загружать в систему данные о строительных объектах и получать статистику за определенный период или за все время. Также заказчик сможет просматривать информацию о конкретном объекте.

Сервер связывает десктопное и мобильное приложения посредством интернет-соединения. Также сервер хранит данные о строительных объектах, собирает статистику объекта и рабочих, получает «SOS» -сигналы и координаты рабочих с последующей отправкой соответствующих уведомлений оператору системы.

Данный продукт предполагает масштабируемость и невысокую стоимость, так как он не требует покупки каких-либо дополнительных устройств, достаточно мобильного телефона с операционной системой Android или iOS и наличия интернет-соединения.

### **Заключение**

В статье приведен обзор существующих приложений, использующихся для мониторинга безопасности на строительной площадке. Выявлены их достоинства и недостатки. Авторами предложена архитектура информационной системы, которая интегрирует в себе новые технологии отслеживания и коммуникации. Представленное решение позволяет получать местонахождение рабочего при помощи GPS-трекера и встроенного акселерометра, и в случае необходимости уведомлять их о возможной опасности.

В дальнейшем данное решение можно дополнить камерами видеонаблюдения, электронными пропусками и нейросетью, что позволит дистанционно просматривать прогресс на строительном объекте, упростит систему авторизации рабочих. С помощью встроенной нейросети станет доступно распознавание сотрудников по изображению камеры, данная технология предоставит возможность для более детального отслеживания людей на строительной площадке.

### **Литература:**

1. Ai Lin Teo, E., Yean Yng Ling, F. Developing a model to measure the effectiveness of safety management systems of construction sites. Building and
-



Environment, 2006. V. 41. № 11. 1584- 1592.

2. Стасева Е.В, Пушенко С.Л. Основы методического подхода к совершенствованию организации охраны труда в строительстве на основе системы управления рисками // Инженерный вестник Дона, 2012, №4. – URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y201](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y201).

3. Магомедова Н.З. Риски при работе на строительных площадках. Научно-практические исследования. 2020. № 6-5 (29). С. 25-27.

4. Петров К. С., Ефисько Д.Е., Нагорный В. С. Современные подходы к модернизации процессов организации строительства рисками // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. – URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4026](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4026).

5. Xiaoyong L. An investigation of safety management in construction workplace in China. Lecture Notes in Electrical Engineering. 2018. V. 144. pp. 321-329.

6. William Wong Shiu Chung, Salman Tariq, Saeed Reza Mohandes & Tarek Zayed (2020). IoT-based application for construction site safety monitoring, International Journal of Construction Management, DOI: 10.1080/15623599.2020.1847405.

7. Lee, H.C.; Ke, K.H. Monitoring of Large-Area IoT Sensors Using a LoRa Wireless Mesh Network System: Design and Evaluation. IEEE Trans. Instrum. Meas. 2018, V. 67, 2177–2187.

8. Lee U.K., Kim J.H., Cho H., Kang K.I. 2009. Development of a mobile safety monitoring system for construction sites. Autom Constr. V. 18. No 3. Pp 258–264.

9. Park M.W, Brilakis I. 2012. Construction worker detection in video frames for initializing vision trackers. Autom Constr. V. 28. Pp 15–25.

10. Yang J., Arif O., Vela P.A., Teizer J. 2010. Tracking multiple workers on construction sites using video cameras. Adv Eng Inf. V. 24. No 4. 428–434.

---

### References:

1. Ai Lin Teo, E., Yean Yng Ling, F. Building and Environment, 2006. V. 41. No 11. 1584-1592.
2. Staseva E.V, Pushenko S.L. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p1y201.
3. Magomedova N.Z. Nauchno-prakticheskie issledovaniya. 2020. № 6-5 (29). pp. 25-27.
4. Petrov K. S., Efis'ko D.E., Nagornyj V. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4026.
5. Xiaoyong L. An investigation of safety management in construction workplace in China. Lecture Notes in Electrical Engineering. 2018. V. 144. pp. 321-329.
6. William Wong Shiu Chung, Salman Tariq, Saeed Reza Mohandes & Tarek Zayed (2020). International Journal of Construction Management, DOI: 10.1080/15623599.2020.1847405.
7. Lee, H.C.; Ke, K.H. Monitoring of Large-Area IoT Sensors Using a LoRa Wireless Mesh Network System: Design and Evaluation. IEEE Trans. Instrum. Meas. 2018, V. 67, pp. 2177–2187.
8. Lee U.K., Kim J.H., Cho H., Kang K.I. 2009. Development of a mobile safety monitoring system for construction sites. Autom Constr. V. 18. No 3. Pp. 258–264.
9. Park M.W, Brilakis I. 2012. Construction worker detection in video frames for initializing vision trackers. Autom Constr. V 28. Pp.15–25.
10. Yang J., Arif O., Vela P.A., Teizer J. 2010. Tracking multiple workers on construction sites using video cameras. Adv Eng Inf. V. 24. №p 4. Pp. 428–434.