

УДК 330.3

DOI: 10.34670/AR.2019.91.9.023

## Система учета затрат с использованием технологий интернета вещей как инструмент повышения производительности работ

**Бреус Наталья Леонидовна**

Старший преподаватель,  
Тюменский индустриальный университет,  
625000, Российская Федерация, Тюмень, ул. Володарского, 38;  
e-mail: Breus08@mail.ru

### Аннотация

**Резюме:** в статье рассмотрен предложенный автором метод учета фактического времени работы персонала, машин и механизмов с использованием цифровых технологий за счет сопоставления данных о координатах устройств, размещенных на объектах наблюдения (рабочие, машины и т.п.) с координатами конструктивного элемента, на котором выполняется работа. Данный метод обусловлен необходимостью актуализации государственных нормативов и оперативного принятия управленческих решений менеджерами компании в процессе планирования и производства работ. **Цель** – предложить достоверный метод учета фактического времени работы персонала, машин и механизмов с использованием цифровых технологий. **Метод или методология проведения работы:** в статье использовались методы логического моделирования. **Результат:** предложен метод учета фактического времени работы персонала, машин и механизмов, использование которого позволит значительно повысить оперативность получения информации о количестве ресурсов и, следовательно, принять своевременные решения, направленные на повышение производительности работ (например, перераспределение ресурсов между видами работ или проектами). **Область применения результатов:** полученные результаты целесообразно применять экономическими субъектами, осуществляющими деятельность в сфере строительства.

### Для цитирования в научных исследованиях

Бреус Н.Л. Система учета затрат с использованием технологий интернета вещей как инструмент повышения производительности работ // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 9А. С. 203-209. DOI: 10.34670/AR.2019.91.9.023

### Ключевые слова

Строительство, производительность труда, нормирование, цифровое строительство, интернет вещей.

## Введение

Созданная в СССР в конце XX века система государственных норм и стандартов в строительстве, действует до настоящего времени. Однако, с того времени произошло существенное изменение условий и способов производства работ. Так, например, производительность строительной техники повысилась, а рост механизации и автоматизации производства влечет перераспределение между соотношением рабочих и инженеров. Действующая система формирования новых нормативов предусматривает визуальное наблюдение и фиксацию специалистом фотографии рабочего процесса, что может быть искажено и ошибочно в результате присутствия человеческого фактора. С другой стороны, своевременная и качественная информация о плановом и фактическом количестве ресурсов необходима менеджерам строительных компаний для принятия управленческих решений, связанных с повышением производительности работ. Таким образом, оперативная и качественная информация о количестве используемых ресурсов (машин и механизмов, людей) необходима для актуализации норм и принятия управленческих решений, что влечет потребность разработки новых подходов к их расчету.

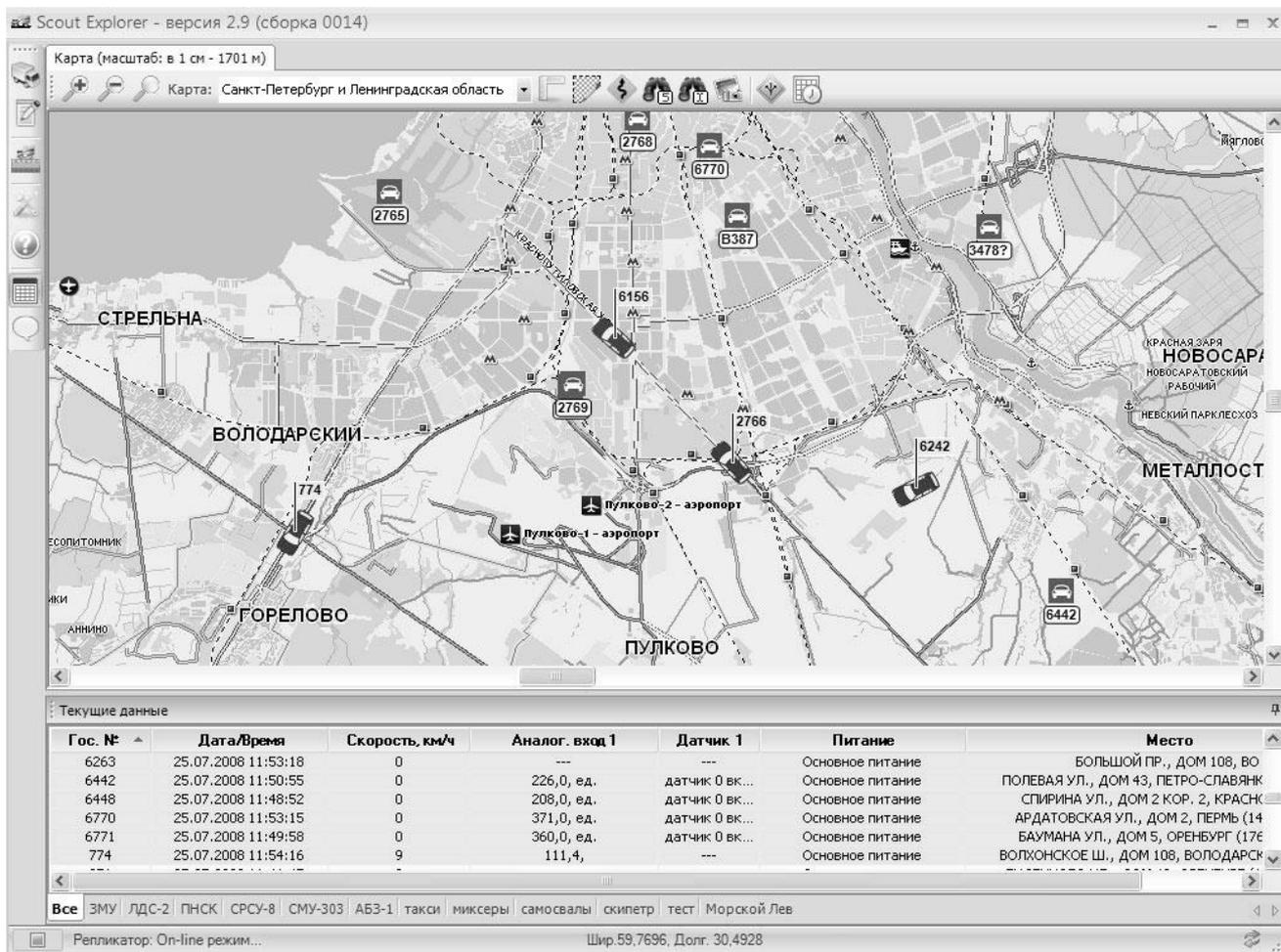
## Основной текст

Строительная телематика – это комбинация телекоммуникации и информатики, которая позволяет пользователю отправлять и получать информацию через устройства слежения (Global Positioning System (GPS), мобильные телефоны и интернет), установленные на мобильных объектах: машинах, оборудовании, средствах индивидуальной защиты персонала. Такая комбинация аппаратного и программного обеспечения помогает достичь максимальной производительности ресурсов. Решения позволяют направлять срочные оповещения по электронной почте или текстовые сообщения, формировать отчеты автоматически или по запросу. Доступ к информации осуществляется по запросу в режиме реального времени в соответствии с настройками пользователя. Так, на рис. 1 представлен фрагмент карты с отражением на ней местоположения объектов слежения (в данном случае – автомобилей).

Аналогичным образом информация с датчиков может быть передана с любого объекта, на котором он размещен, будь то строительная техника, оборудование или средства индивидуальной защиты работников. Данные, получаемые с датчиков, могут использоваться для формирования табелей учета рабочего времени, составления отчетов о фактических трудозатратах при изготовлении конструктивов, разработки и актуализации нормативов на выполнение работ. В настоящее время существующие технологии, основанные на визуальном наблюдении поведения рабочих, обладают низкой достоверностью и высокой трудоемкостью проведения фотографии рабочего дня. В качестве переносного устройства мониторинга выступает каска или иное средство индивидуальной защиты (ботинки, спецодежда), которую носит рабочий и в которую вмонтированы устройства, обеспечивающие получение информации о его перемещении по строительной площадке. Каска (как переносное устройство мониторинга) представляется наиболее рациональным, поскольку дополнительно обеспечивает соблюдение правил техники безопасности производства работ. К функциям каски можно отнести:

- определение координат работника на строительной площадке в трех измерениях;
- определение состояния собственной неподвижности;
- передачу координат на сервер системы мониторинга переносных устройств;

- фиксацию снятия/надевания работником;
- фиксацию удара или повреждения.



**Рисунок 1 – Монитор фиксации местонахождения объекта слежения в режиме реального времени**

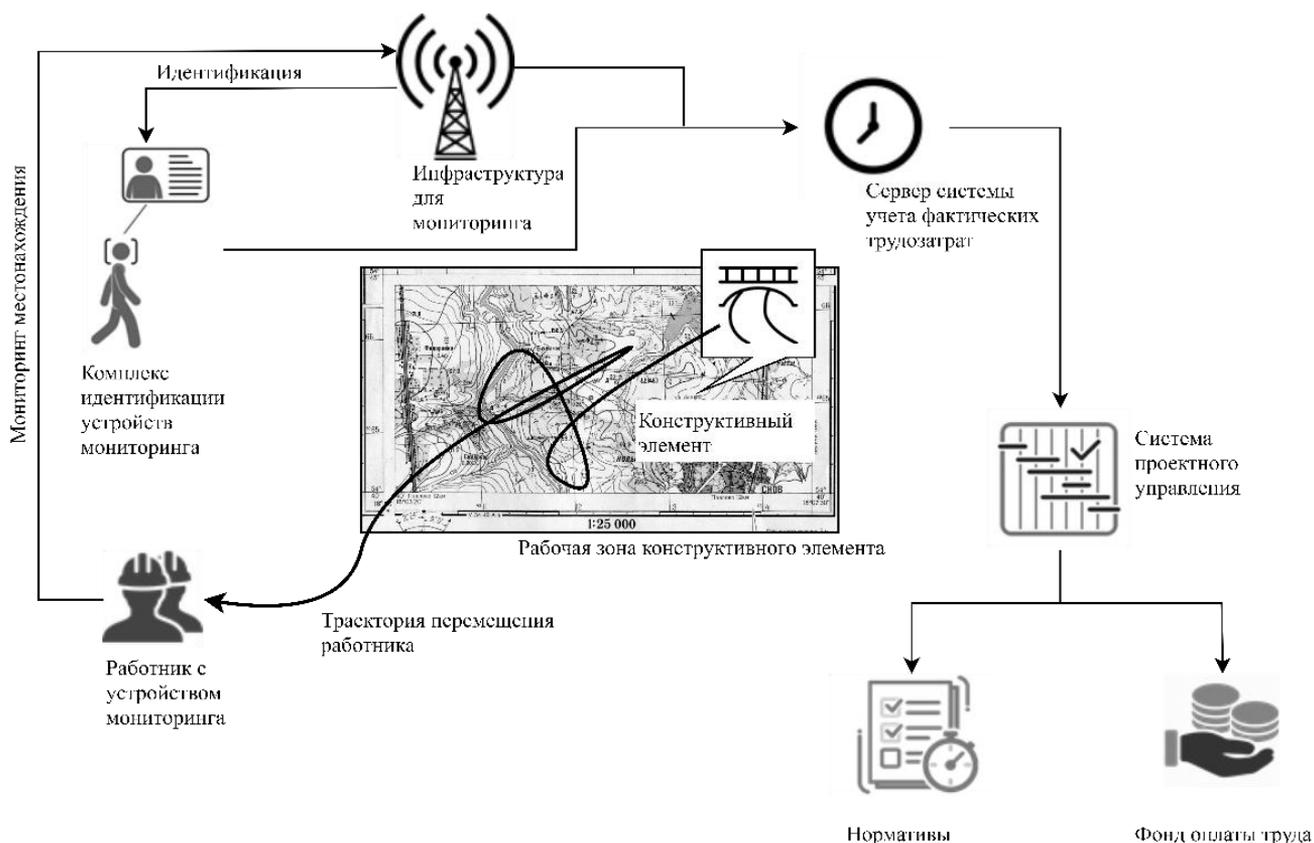
Система мониторинга переносных устройств состоит из аппаратной инфраструктуры, обеспечивающей получение информации с переносных устройств мониторинга через радиоканал и серверное приложение, которое обрабатывает данные с устройств и передает их в систему учета трудозатрат. К такой информации относятся данные о координатах переносных устройств мониторинга, построение трека на основании данных с устройств, а также передача треков в систему учета трудозатрат. Комплекс идентификации пользователей и устройств мониторинга конкретного устройства мониторинга на период рабочей смены позволяет идентифицировать работника и устройство мониторинга в течении сессии.

Суть технологии, предложенная автором, заключается в сопоставлении нахождения сотрудника во время рабочей смены с координатами конструктивных элементов и с работами, которые на них выполняются. Алгоритмы интерпретации данных с переносных устройств мониторинга и BIM-модели дают возможность точно определить фактические трудозатраты каждого работника непосредственно на выполнение каждой работы (рис. 2).

Последовательность работы с данными для интерпретации результатов, получаемых с

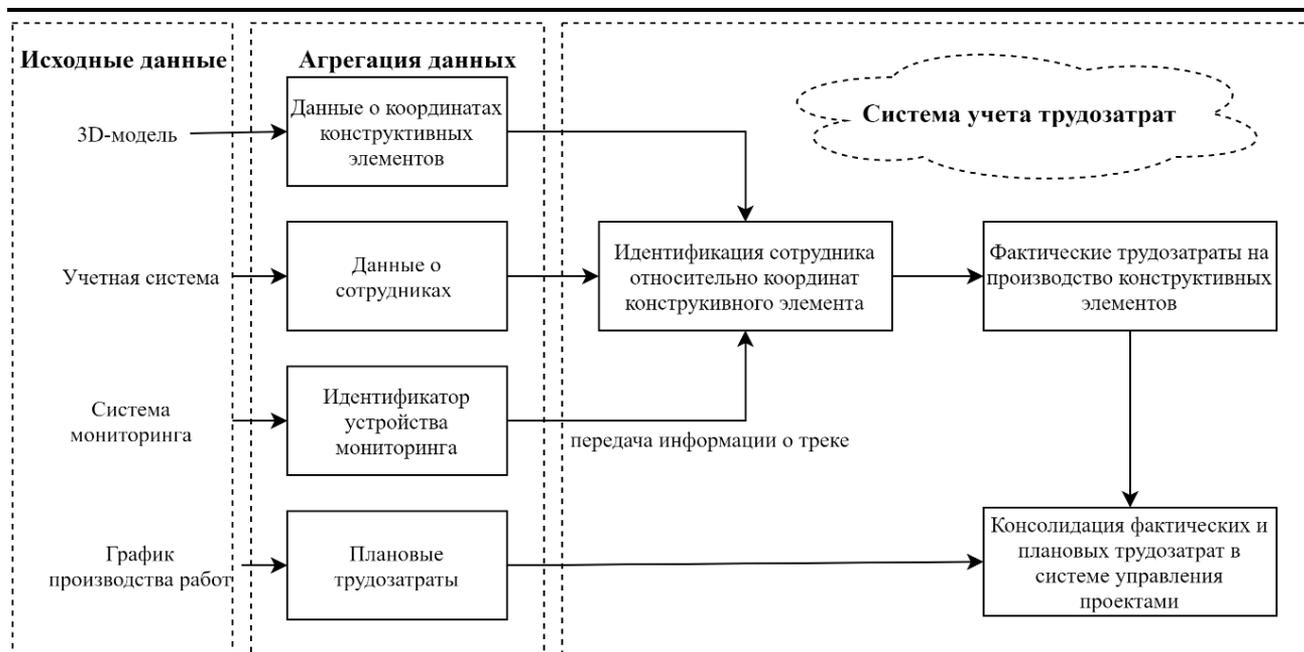
устройств мониторинга и расчета фактических трудозатрат по работам, состоит из следующих этапов:

- загрузка BIM-модели из системы управления проектом;
- формирование структуры работ из BIM-модели;
- формирование назначений на работу для каждого работника;
- определение рабочей зоны для работы относительно конструктивного элемента;
- загрузка фактических координат перемещения каждого устройства мониторинга;
- анализ траектории перемещения устройства мониторинга и определение его нахождения в границах рабочей зоны;
- интеллектуальный анализ траектории на предмет исключения случайных перемещений за пределы рабочей зоны конструктивного элемента;
- расчет фактических трудозатрат по работе;
- выгрузка данных о фактических трудозатратах в систему управления проектами.



**Рисунок 2 – Технология системы учета фактических трудозатрат**

Основной алгоритм работы системы связывает данные о координатах носимого сотрудником устройства, выстраивая их в трек, с координатами конструктивного элемента, на котором выполняется работа. Данные о координатах конструктивного элемента извлекаются из BIM-модели строящегося объекта, полученной в процессе проектирования или созданной из облака точек в результате сканирования конструктива. Это позволяет сопоставить информацию о выполнении работниками планируемых и фактических работ, количества затраченного времени, отклонений и простоев (рис. 3).



**Рисунок 3 – Алгоритм формирования связи координат с носимого устройства и координат конструктива с BIM-модели**

Создаваемая таким образом информация может быть востребована заказчиками, банками, казначейством для получения объективных сведений о себестоимости СМР в целях сопровождения проекта, мониторинга, а также для создания базы данных о стоимости объектов-аналогов (НЦС) и ресурсного метода ценообразования в строительстве.

### Вывод

Таким образом, автором предложен метод учета фактического времени работы персонала, машин и механизмов с использованием цифровых технологий за счет сопоставления данных о координатах носимого сотрудниками устройства с координатами конструктивного элемента, на котором выполняется работа. Это позволит повысить достоверность и оперативность информации о трудозатратах, достичь максимальной производительности ресурсов и актуализировать нормативы на основе получаемых данных.

### Библиография

1. *Афанасьева Е.А.*, Интернет вещей: правовые аспекты. (обзор), Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 4: Государство и право. Реферативный журнал. 2018. № 1. С. 69-74.
2. *Голубкова Е.Р., Миц А.О.* Промышленный интернет вещей как базис экономического роста / Перспективы финансовой деятельности современных компаний в цифре Коллективная монография молодых исследователей Финансового университета при Правительстве РФ. / Москва, 2018. С. 229-236.
3. *Евдокимова Е.В.* IT-стратегия внедрения интернета вещей в промышленное производство: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2018 Сборник трудов международного научно-технического форума: в 11 томах. Под общ. Ред. О.В. Миловзорова. 2018. С. 49-53.
4. *Меккель А.М.* Интернет вещей. Проблемы терминологии / Технологии информационного общества / Сборник трудов XII Международной отраслевой научно-технической конференции. 2018. С. 193-196.
5. *Сундукова Т.О.* Интернет вещей: специфика и области применения: Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика / Материалы XLII Международной научно-практической конференции в рамках

- реализации Послания Президента РК Н. Назарбаева "Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции". / Под редакцией Б.М. Ибраева, 2018. - С. 90-95.
6. *Ali Shafahia, Ali Haghan* Project selection and scheduling for phase-able projects with interdependencies among phases / *Automation in Construction* / UK, September 2018 - Pages 47-62
  7. *Borja García de Soto, Isolda Agustí-Juan, Jens Hunhevicz, Samuel Joss, Bryan T. Adey* Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall / *Automation in Construction*, August 2018, Pages 297-311
  8. *Mohamed Marzouk, Ismail Al Daour*, Planning labor evacuation for construction sites using BIM and agent-based simulation / *Safety Science* / Volume 109 / November 2018 / Pages 174-185
  9. *Roy Woodheada, Paul Stephenson, Denise Morrey* Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem / *Automation in Construction* / UK, September 2018 - Pages 35-46
  10. *Shawn C. Kimmel, Nathan M. Toohey, Jason A. Delborne* Roadblocks to responsible innovation: Exploring technology assessment and adoption in U.S. public highway construction / *Technology in Society*, / February 2016, Pages 66-77

## Cost accounting system using Internet of things technologies as a tool to increase productivity

**Natal'ya L. Breus**

Senior lecturer,  
Industrial University of Tyumen,  
625000, 38, Volodarsky st., Tyumen, Russian Federation;  
e-mail: Breus08@mail.ru

### Abstract

Summary: the article considers the author's proposed method of accounting for the actual time of work of personnel, machines and mechanisms using digital technologies by comparing the data on the coordinates of devices placed on the objects of observation (workers, machines, etc.) with the coordinates of the structural element on which the work is performed. This method is due to the need to update the state standards and operational management decision-making managers of the company in the planning and production of works. The Purpose is to offer a reliable method of accounting for the actual time of work of personnel, machines and mechanisms using digital technologies. Methodology in the article is used methods of logical modeling. Results: the method of accounting for the actual time of personnel, machines and mechanisms, the use of which will significantly improve the efficiency of obtaining information on the number of resources and thus to make timely decisions aimed at improving the performance of the work (for example, the reallocation of resources among activities or projects). Practical implications: the results obtained should be applied by entities engaged in activities in the field of construction.

### For citation

Breus N.L. (2019) Sistema ucheta zatrat s ispol'zovaniem tekhnologii interneta veshchei kak instrument povysheniya proizvoditel'nosti rabot [Cost accounting system using Internet of things technologies as a tool to increase productivity]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (9A), pp. 203-209. DOI: 10.34670/AR.2019.91.9.023

### Keywords

Construction, labor productivity, rationing, digital construction, Internet of things technologies.

---

## References

1. *Ali Shafahia, Ali Haghan* (2018) Project selection and scheduling for phase-able projects with interdependencies among phases / *Automation in Construction* / UK, September Pages 47-62
2. *Borja García de Soto, Isolda Agustí-Juan, Jens Hunhevicz, Samuel Joss, Bryan T.* (2018) Adey Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall / *Automation in Construction*, August, Pages 297-311
3. *EAFanasyeva EA*, (2018) Internet of Things: legal aspects. Social and humanities. Domestic and foreign literature. Series 4: State and Law. Referral journal. No. 1. pp. 69-74.
4. *Evdokimova E.V.* (2018) IT - strategy of introducing the Internet of Things into industrial production: Modern technologies in science and education - STNO-2018 Collection of the works of the International Science and Technology Forum: in 11 volumes. Under the general. pp. 49-53.
5. *Golubkova E.R., Mitz A.O.*(2018) Industrial Internet of Things as the basis of economic growth / Prospects of financial activities of modern companies in the figure Collective monograph of young researchers of the Financial University under the Government of the Russian Federation. / Moscow, pp. 229-236.
6. *Meckel AM* (2018) Internet of Things. Problems of Terminology / *Information Society Technologies* / Collection of Works XII International Industry Science and Technology Conference. pp. 193-196.
7. *Mohamed Marzouk, Ismail Al Daour*, (2018) Planning labor evacuation for construction sites using BIM and agent-based simulation / *Safety Science* / Volume 109 / November Pages 174-185
8. *Roy Woodheada, Paul Stephenson, Denise Morrey* (2018) Digital construction: From point solutions to IoT ecosystem / *Automation in Construction* / UK, September Pages 35-46
9. *Shawn C. Kimmel, Nathan M. Toohey, Jason A. Delborne* (2016) Roadblocks to responsible innovation: Exploring technology assessment and adoption in U.S. public highway construction / *Technology in Society*, / February Pages 66-77
10. *T.O. Sundukova* Internet of Things: Specifics and Applications: Innovative Technologies on Transport: Education, Science, Practice / *Materials XLII International Scientific and Practical Conference within the implementation of President Nazarbayev's Message "New Development Opportunities in the Fourth Industrial Revolution."* / Edited by B.M. Ibrayev, 2018. - pp. 90-95.