УДК 620.9

# РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭНЕРГОМОНИТОРИНГА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

### Артемов С.А., Кычкин А.В.

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, e-mail: aleksey.kychkin@gmail.com

Экономия энергии и ресурсов на предприятиях является основной мерой удешевления продукции. С увеличением необходимости в перемещении грузов и пассажиропотока проблема энергомониторинга для современного электрифицированного транспорта в целом стала актуальна. В связи с дороговизной и сложностью полноценных испытаний на реальных подвижных объектах в качестве полунатурной модели транспортного средства используется мобильная интеллектуальная платформа. Проведена формализация объекта и рассмотрена возможность применения методов энергомониторинга. Система энергомониторинга должна выполнять общие для всех платформ функции по сбору, хранению, обработке и передаче данных. Исполнение систем энергомониторинга различается по применению. Предложены три структуры систем энергомониторинга, описана работа систем, разобраны основные функциональные блоки систем, сформулированы достоинства и недостатки каждой из них.

Ключевые слова: энергомониторинг, мобильная платформа, система энергомониторинга

# STRUCTURE DESIGN OF THE INFORMATION MEASUREMENT SYSTEM FOR MOBILE PLATFORM ENERGY MONITORING

#### Artemov S.A., Kychkin A.V.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: Art-sa@bk.ru

Saving energy and resources at the enterprises is the main way to reduce the cost of production. With the increasing necessary the movement of goods and passenger traffic the problem energy monitoring for mobile platforms became relevant. Due to the high cost and complexity of high-grade test on the real mobile objects, as a model used mobile intelligent platform. Investigated object and considered the possibility of using energy monitoring system on it. Energy monitoring system must perform common functions for all platforms for the collection, storage, processing and transmission of data. Execution energy monitoring systems varies by application. Proposed three structures of the energy monitoring, describes the operation of systems, describes the main functional blocks of systems, formulated advantages and disadvantages of each.

Keywords: energy monitoring, mobile platform, energy monitoring system

В последнее время уделяется очень много внимания окружающей среде, а именно снижению воздействия факторов, которые её загрязняют. Одним из них являются выхлопные газы автомобилей. В связи с этим наметилась тенденция к экологически чистому транспортному средству, в рамках города – это городской электрифицированный транспорт. Специалисты утверждают, что электротранспорт может вытеснить дизельные автомобили уже в конце текущего десятилетия. Вследствие чего возникает ряд вопросов, связанных с эффективным использованием электроэнергии на электротранспортных средствах [9]. Ответы на вопросы можно получить при использовании системы энергомониторинга (СЭМ) [7] на модели электромобиля, в качестве которой выступает мобильная интеллектуальная платформа (МИП) [2].

#### Функции системы энергомониторинга

После рассмотрения существующих систем выделим требования и функции, которые должна выполнять СЭМ [8]: фиксация положения МИП на карте, её маршрута;

контроль уровня заряда батареи, потребляемого тока и скорости движения МИП; мониторинг погодных условий и др. Данные, полученные на основе выполняемых функций, должны быть наглядно представлены пользователю СЭМ.

В зависимости от вида платформы исполнение системы может быть трех типов, краткое описание которых представлено в таблице.

#### Объект энергомониторинга

Для обеспечения функции энергомониторинга возьмем МИП, представляющую собой четырехколесную платформу с приводом на все колеса. Исходя из концепции трехуровневой автоматизированной системы [3], структурная схема, представленная на рис. 1, содержит: первый – полевой подуровень, который включает в себя набор датчиков и исполнительных механизмов, второй – контроллерный подуровень включает в себя контроллер управления исполнительными органами, контроллер сбора данных и главный (интеллектуальный) контроллер. Третий уровень – система связи с оператором.

Тип исполнения	Описание
Система навесного типа	Всё оборудование, необходимое для выполнения функций СЭМ, устанавливается поверх существующих сенсорной (СС) системы и системы управления (СУ) МИП
Интегрированная система	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование СС МИП, а в СУ МИП встраивается ряд задач, которые выполняют функции СЭМ
Система смешанного типа	Для выполнения функций СЭМ используется оборудование МИП, а для выполнения задачи энергомониторинга используется отдельный контроллер

#### Описание структур систем энергомониторинга

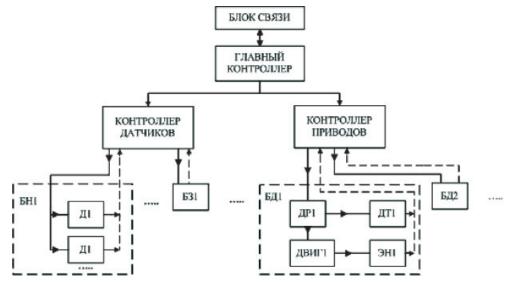


Рис. 1. Структурная схема мобильной платформы: Д – датчик; БН – блок независимых датчиков; БЗ – блок зависимых датчиков; БД – блок двигателя; ДР – драйвер двигателя; Двиг – двигатель; ДТ – датчик тока; ЭН – энкодер

Для управления силовыми исполни- ме представлена типовая схема драйвера тельными механизмами в данной систе- (рис. 2).

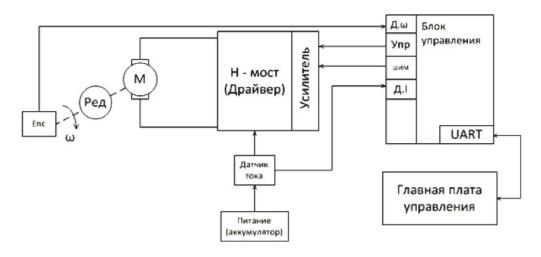


Рис. 2. Блок-схема управления силовыми механизмами платформы МИП

Для управления двигателем в схему включен Н-мост на силовых транзисторах. На вход с блока управления приходит сиг-

нал направления вращения, разрешения вращения и выход ШИМ. В схеме организована обратная связь по току и по скорости

двигателя. В качестве датчика скорости применяется поворотный энкодер. Связь блока управления осуществляется по порту UART, через который отсылаются команды в блок управления.

Сенсорная подсистема — это совокупность измерительных средств и методов измерений робота, с помощью которых он не только ориентируется в пространстве, но и осуществляет контроль своего состояния и параметров окружающей среды [4].

Уровень дистанционного управления представлен автоматизированным рабочим местом, с которого и поступают команды на интеллектуальную систему управления, си-

стему управления исполнительными механизмами и систему управления сенсорами.

## Разработка системы энергомониторинга МИП

Для решения проблемы энергомониторинга мобильной платформы были рассмотрены готовые решения для мобильных объектов. За основу готовой системы были взяты три варианта рассматриваемых систем

Рассмотрим типовую схему информационно-измерительной и управляющей системы для энергомониторинга МИП [5], представленную на рис. 3.

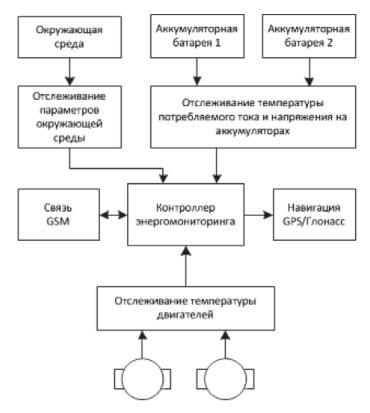


Рис. 3. Функциональная схема системы энергомониторинга

В системе имеются две батареи питания, у которых необходимо отслеживать температуру для коррекции емкости, напряжение и ток, за счет которых рассчитывается мощность. Для ввода корректирующих параметров и расчета энергопотребления необходимо отслеживать параметры окружающей среды. Чтобы рассчитать потребляемую мощность исполнительными органами, необходимо отслеживать так же параметры двигателей. Для связи с диспетчером применим GSM модуль. Чтобы отследить положение платформы, в системе предусмотрен GPS/Глоннас приемник.

Первый вариант системы рассматривается как полностью автономное решение, выполненное в виде навесного модуля и набора датчиков. Система состоит из двух аккумуляторных батарей робота, первая батарея предназначена для питания силовых нагрузок, представленных исполнительными механизмами, для управления логическими уровнями, они подключены через управляющие драйверы. Вторая батарея меньшей емкости предназначена для питания электроники, датчиков и других маломощных потребителей. Для отслеживания разряда батарей предусмотрены два

комплекта датчиков напряжения и тока, путем перемножения которых можно получить потребляемую мощность. Кроме этого, в системе предусмотрены датчики температуры аккумуляторных батарей, так как емкость батарей напрямую зави-

сит от температуры. Таким образом, в зависимости от данного параметра можно ввести поправочный коэффициент, на который будет умножаться номинальная емкость и с целью получения ее действительного значения.

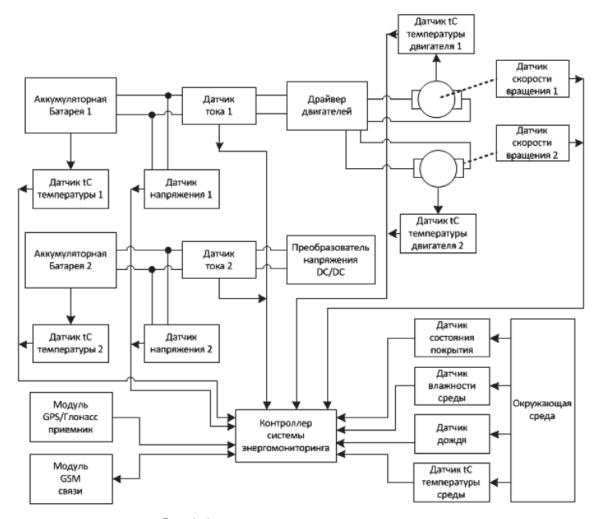


Рис. 4. Автономная система энергомониторинга

Для отслеживания энергопотребления исполнительных органов в системе предусмотрены датчики скорости вращения двигателей и датчики температуры, так как сопротивление обмоток двигателей напрямую зависит от их температуры, можно также ввести коэффициент поправки и спрогнозировать увеличение потребляемой мощности. Для отслеживания параметров окружающей среды установлены датчики температуры, влажности, дождя, состояния покрытия, от всех этих факторов также будет зависеть энергопотребление робототехнической платформы. Достоинствами применения данной системы являются: быстродействие, отказоустойчивость и способность к расширению, кроме того, мы получаем универсальную систему, которая может быть подключена в работу путем добавления. Недостатками являются: потребление энергии самой системой и обеспечение дополнительного пространства на объекте мониторинга.

Второй вариант системы – интегрированная система энергомониторинга. МИП имеет на борту различного рода датчики, которые также отслеживают параметры окружающей среды, скорость двигателей и характеристики аккумуляторных батарей. Наиболее рациональное решение – дополнить систему необходимыми датчиками и модулями, где функции

контроллера энергомониторинга вшиты в контроллер робототехнической системы. Таким образом, мы получаем систему, структурная схема которой схожа с системой навесного типа, при этом мы получаем экономию энергии и пространства, упро-

щаем систему в целом. Недостатки данной системы очевидны, путем перекладывания функций и подключения дополнительных датчиков мы усложняем систему, уменьшаем ее надежность и перегружаем основной контроллер.

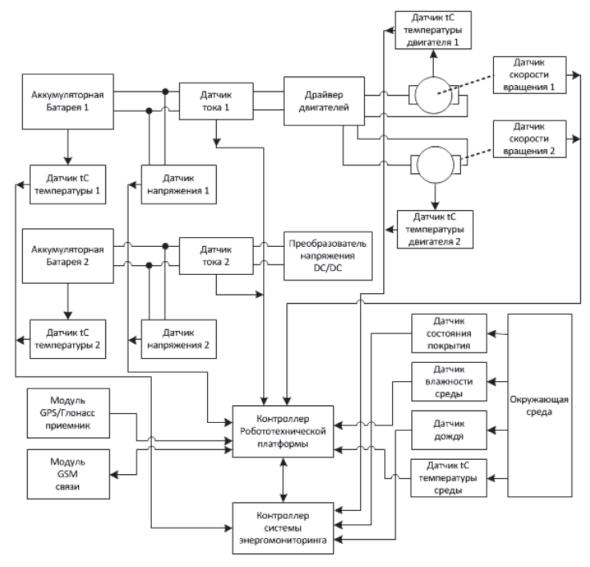


Рис. 5. Структурная схема системы смешанного типа

Третий вариант системы – система смешанного типа, в которой система энергомониторинга интегрирована в систему управления платформой (рис. 5).

# Заключение

В предложенных вариантах структурной организации системы энергомониторинга мобильной платформы встроены датчики напряжения и тока, датчики отсле-

живания параметров окружающей среды, модули связи и навигации. Сбором и передачей измерительной информации управляет основной контроллер платформы, и при его дополнении модулями связи с удаленным сервером можно получить довольно гибкую и надежную систему энергомониторинга подвижного объекта, пригодную для системных исследований энергоэффективности для транспорта [1, 6].

## Список литературы

- 1. Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности // Фундаментальные исследования. 2014. № 5 (ч.4). С. 697-701.
- 2. Костыгов А.М., Кычкин А.В. Структуризация удаленного мониторинга группы интеллектуальных подвижных платформ в реальном времени // Датчики и системы.  $2013.- \text{N}_{2}\ 9.-\text{C}.\ 65-69.$
- 3. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. 2009. N 1. C. 15–20.
- 4. Кычкин А.В., Артемов С.А., Власов В.А. Модульная организация сенсорной и управляющей систем мобильной интеллектуальной платформы // Фундаментальные исследования. -2013.- N 0-10.- C. 2147-2152.
- 5. Кычкин А.В., Артемов С.А., Власов В.А. Структурный синтез информационно-измерительной и управляющей системы мобильной платформы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. -2013.-T.1.-№ 7.-C.83-95.
- 6. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. -2013. -№ 5. -C. 12−17.
- 7. Кычкин А.В. Долгосрочный энергомониторинг на базе программной платформы OPENJEVIS // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2014. № 1 (9). С. 5–15.
- 8. Хорошев Н.И., Елтышев Д.К., Кычкин А.В. Комплексная оценка эффективности технического обеспечения энергомониторинга // Фундаментальные исследования. -2014. -№ 5–4. -C. 716–720.
- 9. Current Cost EnviR мониторинг потребления электроэнергии. [Электронный ресурс]. URL: http://habrahabr.ru/post/127322/ (дата обращения: 14.09.2014).

#### References

- 1. Eltyshev D.K., Khoroshev N.I. Fundamentalnie issledovania Fundamental research, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 697–701.
- 2. Kostygov A.M., Kychkin A.V. *Datchiki i sistemy Sensors and Systems*. 2013. no. 9. pp. 65–69.
- 3. Kychkin A.V. Avtomatizacija i sovremennye tehnologii Automation and modern technology. 2009. no. 1. pp. 15–20.
- 4. Kychkin A.V., Artemov S.A., Vlasov V.A. Fundamentalnie issledovaniâ Fundamental research. 2013. no. 10–10. pp. 2147–2152.
- 5. Kychkin A.V., Artemov S.A., Vlasov V.A. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems.
- 6. Kychkin A.V., Khoroshev N.I., Eltyshev D.K. *Jenergobezopasnost'i jenergosberezhenie Science and practice in energetic*, 2013, no. 5, pp. 12–17.
- 7. Kychkin A.V. Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Jelektrotehnika, informacionnye tehnologii, sistemy upravlenija PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems. 2014. no. 1 (9). pp. 5–15.
- 8. Khoroshev N.I., Eltyshev D.K., Kychkin A.V. Fundamentalnie issledovaniâ Fundamental research, 2014, no. 5 (v. 4), pp. 716–720.
- 9. Current Cost EnviR monitoring of electricity consumption. [Electronic resource]. URL: http://habrahabr.ru/post/127322/ (accessed at 14.09.2014).

#### Рецензенты:

Бочкарёв С.В., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь;

Щербинин А.Г., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Конструирование и технологии в электротехнике», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Работа поступила в редакцию 06.11.2014.