

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Мухортов В.М., Юзюк Ю.И.* Гетероструктуры на основе наноразмерных сегнетоэлектрических пленок: получение, свойства и применение. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 224 с.
2. *Лайнс М., Гласе А.* Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. – М.: Мир, 1998. – 736 с.
3. *Печерская Е.А., Метальников А.М., Вареник Ю.А., Бобошко А.В.* Метод измерения тока переключения и диэлектрических параметров сегнетоэлектриков // Нано- и микросистемная техника. – 2012. – № 1. – С. 24-26.
4. *Земляков В.Л.* Методы и средства измерений в пьезоэлектрическом приборостроении: Монография. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2009. – 180 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Зори.

Коваленко Дмитрий Александрович – Южный федеральный университет; e-mail: kovalenko.mitya@yandex.ru; г. Таганрог ул. Морозова 4/1, кв. 27; тел.: 89896116166; кафедра химии и экологии; ведущий инженер.

Петров Виктор Владимирович – e-mail: vvpetrov@sfedu.ru; г. Таганрог, ул. Греческая, 12; тел.: 89185416873; директор института управления в экономических, экологических и социальных системах Южного федерального университета (ИУЭЭиСС ЮФУ).

Клиндухов Валерий Григорьевич – г. Таганрог, ул. Нахимова, 14; тел.: 89185321159; кафедра химии и экологии; руководитель методического отдела.

Kovalenko Dmitry Alexandrovich – Southern Federal University; e-mail: kovalenko.mitya@yandex.ru; 4/1, Morozova, apt. 27, Taganrog, Russia; phone: +79896116166; the department of chemistry and ecology; leading engineer.

Petrov Victor Vladimirovich – e-mail: vvpetrov@sfedu.ru; 12, Grecheskaya street, Taganrog, Russia; phone: +79185416873; the director of Institute of Management in Economic, Ecological and Social Systems of the Southern Federal University (IMEESS SFEDU).

Klindukhov Valery Grigoryevich – 14, Nakhimova street, Taganrog, Russia; phone: +79185321159; the department of chemistry and ecology; head of methodical department.

УДК 621.314.1

В.В. Корохов, Е.В. Корохова, О.Н. Секунова

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ НАПРЯЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ИСТОЧНИКА ТОКА

Для энергоснабжения двигателя рулевой машины спускаемого аппарата предложен литий-тионилхлоридный источник тока, имеющий в своем составе DC/DC-преобразователь. Выбор химического источника тока обусловлен его высокими энергетическими характеристиками, высокой надежностью и способностью находиться в состоянии готовности продолжительное время. В качестве преобразователя выбран обратноходовой DC/DC-преобразователь, построенный по классической схеме, который характеризуется нечувствительностью к короткому замыканию нагрузки, возможностью регулирования выходного напряжения в широких пределах, небольшим количеством элементов и невысокой стоимостью, и обеспечивает выходное напряжение источника тока в диапазоне, необходимом для бесперебойной работы рулевых машин. DC/DC-преобразователь построен на базе микросхемы TDA4605, что позволило обеспечить простоту его конструкции, высокую надежность и достаточное качество электроэнергии на выходе источника тока. Рассчитаны и приведены основные конструктивные параметры основного узла DC/DC-

преобразователя – трансформатора. Показаны результаты имитационного моделирования работы DC/DC-преобразователя на базе микросхемы TDA4605, подтверждающие выполнение поставленной задачи.

Химический источник тока; система управления; преобразователь напряжения.

V.V. Korokhov, E.V. Korokhova, O.N. Sekynova

VOLTAGE CONVERTER CONTROL SYSTEM OF CHEMICAL CURRENT SOURCE

For engine power supply the helmsman of the car of the lander is offered the lithium-ion chloride source of current incorporating DC/DC – the converter. The choice of a chemical source of current is caused by its high power characteristics, high reliability and ability to be in a ready state long time. As the converter it is chosen as the obratnokhodovy DC/DC converter, constructed according to the classical scheme which is characterized by tolerance to short circuit of loading, possibility of regulation of output tension over a wide range, with a small amount of elements and low cost and provides the output tension of a source of current in the range necessary for continuous work of steering cars. DC/DC – the converter is constructed on the basis of TDA4605 chip that allowed to provide simplicity its design, high reliability and sufficient quality of the electric power at the exit of a source of current. The key design data of the main DC/DC converter hub – the transformer are calculated and specified. Results of imitating modeling of work of DC/DC – the converter on the basis of a chip TDA4605 confirming performance of an objective are shown.

Chemical current source; control system; converter voltage.

Одним из компонентов двигательной установки спускаемого аппарата являются химические источники тока, которые предназначены для электропитания двигателей рулевых машин, обеспечивающих вертикальное положение аппарата в пространстве.

Успешное проведение операции мягкой посадки спускаемого аппарата во многом определяется положением аппарата во время спуска к поверхности планеты или спутника.

Поддержание аппарата в вертикальном положении обеспечивается рулевыми машинами, которые с помощью электродвигателей постоянного тока отклоняют сопла реактивных двигателей на необходимый угол в режиме реверса, создавая тем самым требуемый вектор тяги.

Характер энергопотребления двигателями рулевых машин приведен на рис. 1.

По характеру приведенной циклограммы можно определить требования, которым должен отвечать источник тока, используемый для электропитания двигателей рулевых машин:

- ◆ постоянная готовность – необходимость в посадке может возникнуть в любой момент;
- ◆ длительный режим ожидания (хранения) в условиях космического пространства (вакуум, невесомость, радиационное излучение, температурные перепады) от начала полета до посадки проходит значительное время (до одного года);
- ◆ непрерывная работа двигателей рулевых машин на протяжении всей операции торможения и посадки;
- ◆ короткие, но значительные по амплитуде импульсы тока величиной до 50 А при включении электродвигателя (пусковой ток) с последующим снижением его до номинальных значений – около 8 А, а при включении реверса пусковой ток может увеличиться до 70 А [1];
- ◆ минимальная масса компонентов системы электропитания двигателей.

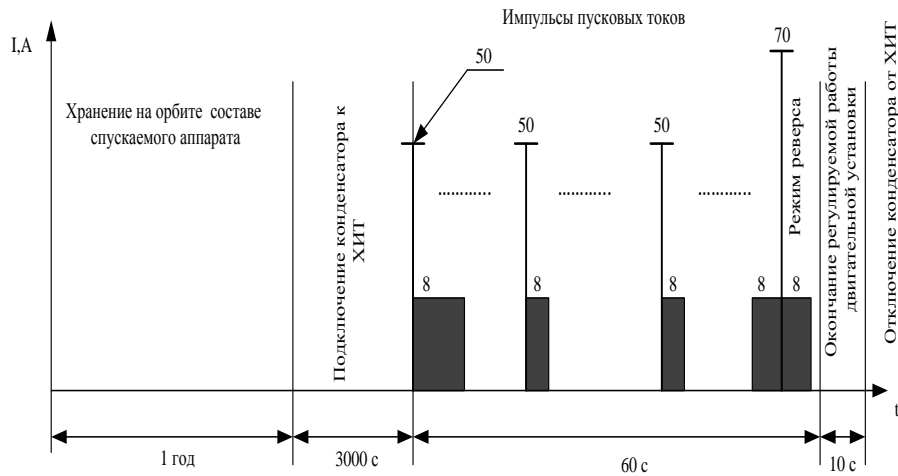


Рис. 1. Циклограмма энергопотребления одного электродвигателя спускаемого аппарата

Обычно для электропитания аппаратуры космических аппаратов используется комплекс, состоящий из солнечной батареи и аккумулятора. В качестве аккумуляторов могут быть использованы серебряно-цинковые, серебряно-кадмиевые и никель-кадмиевые аккумуляторы. В последние годы в космической технике используются никель-металлогидридные, никель-водородные и никель-кадмиевые аккумуляторы.

Из-за того что посадка (например, возвращение экипажа на Землю) может быть экстренной, т.е. нет времени на заряд аккумуляторов, а также после отделения спускаемого аппарата от станции посадки может быть отложена на некоторое время и подзарядка аккумулятора провести невозможно, использование аккумуляторов нецелесообразно.

Для электропитания двигателей рулевых машин системы посадки предлагается использовать первичные химические источники тока системы литий-тионилхлорид. Они характеризуются постоянной готовностью в течение гарантийного срока (до 5 лет) и не нуждаются в подзарядке как аккумуляторы. На сегодняшний день литий-тионилхлоридные источники тока имеют самые высокие удельные характеристики до 650 Вт ч/кг и широкий диапазон рабочих температур от минус 55 до плюс 85 °С [2], что позволяет сконструировать источник тока, обладающий минимальными геометрическими размерами и массой.

Однако химические источники тока, в том числе и литий-тионилхлоридные, обладают «провалом» напряжения, обусловленным ионной проводимостью при подаче импульсной нагрузки, особенно в начале разряда и при низких температурах [3].

Таким образом, для обеспечения непрерывной работы электродвигателя необходимо использовать такой источник тока, который бы обеспечил напряжение в диапазоне от 26 до 32 В.

Не допустить «провала» ниже 26 В можно, применяя источники тока различных конструкций.

1. Химический источник тока, имеющий значительное количество параллельно соединенных групп элементов для обеспечения необходимой мощности и недопущения провала напряжения ниже 26 В.

2. Химический источник тока, имеющий в своем составе суперконденсаторы, необходимые для того, чтобы передать нагрузке необходимое количество энергии за короткое время и не допустить значительного провала напряжения.
3. Химический источник тока, имеющий в своем составе DC/DC- преобразователь и конденсатор для того, чтобы передать нагрузке необходимое количество энергии за короткое время и не допустить значительного провала напряжения за счет повышения напряжения.

Применение источника тока по первому варианту недопустимо из-за большой массы, – в сумме источники тока для всех рулевых машин могут составить до 240 кг.

Использовать второй вариант источника тока невозможно из-за отсутствия суперконденсатора, способного длительное время находиться в условиях космического пространства.

Общая масса источника тока по третьему варианту может достигать 64 кг, а электронные компоненты успешно работают в космосе. То есть, применяя третий вариант источника тока, можно увеличить полезную нагрузку спускаемого аппарата и установить там дополнительно научно-исследовательское оборудование или повысить надежность аппарата, например, путем дублирования систем спасения экипажа.

Таким образом, принято решение разработать химический источник тока, имеющий в своем составе DC/DC-преобразователь и конденсатор.

В настоящее время широко используются обратноходовой, одноконтный и прямоходовой DC/DC-преобразователи, достоинства и недостатки которых приведены в табл. 1 [4].

Таблица 1

Виды преобразователей	Достоинства	Недостатки
Обратноходовой преобразователь	<ul style="list-style-type: none"> ◆ нечувствительность к короткому замыканию нагрузки; ◆ возможность регулирования выходного напряжения в широких пределах; ◆ небольшое количество элементов, невысокая стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ мощность ограничена энергией, запасаемой дросселем; ◆ большие по сравнению с другими импульсными преобразователями габариты при той же мощности
Одноконтный преобразователь	<ul style="list-style-type: none"> ◆ уменьшены потери мощности на резисторе 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ амплитуда тока коллектора может превысить предельно допустимое значение; ◆ перенапряжения на коллекторе могут стать причиной выхода прибора из строя; ◆ недоиспользование сердечника трансформатора; ◆ возможность пробоя эмиттерного перехода большим запирающим напряжением на обмотке

Окончание табл. 1

Виды преобразователей	Достоинства	Недостатки
Прямоходовой преобразователь	<ul style="list-style-type: none"> ◆ могут обеспечивать более высокие уровни выходной мощности; ◆ показывают более низкие значения размаха напряжения пульсации 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ применяют силовой ключ с максимально допустимым напряжением, значительно большим, чем входное напряжение; ◆ нужно вводить снабберные цепи для уменьшения перенапряжения на силовом ключе, но в них происходят потери энергии

Анализ достоинств и недостатков DC/DC-преобразователей позволяет сделать вывод, что наибольшей надежностью обладает обратноходовой преобразователь, построенный по классической схеме. Он характеризуется нечувствительностью к короткому замыканию нагрузки, возможностью регулирования выходного напряжения в широких пределах, небольшим количеством элементов и невысокой стоимостью. Однако имеются и недостатки (мощность ограничена энергией, запасаемой дросселем, большие по сравнению с другими импульсными преобразователями габариты при той же мощности), которые существенно не сказываются на надежности работы источника тока [4].

Система управления DC/DC-преобразователем может быть реализована несколькими способами – на базе микросхемы или на основе контроллера. Принцип работы будет практически одинаковым, отличаться будут только функциональные возможности.

На рис. 2 приведена общая схема обратноходового преобразователя.

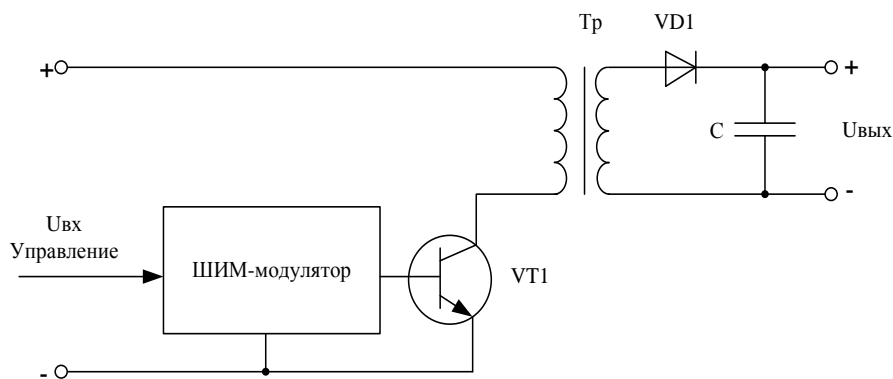


Рис. 2. Общая схема обратноходового преобразователя

Принцип работы системы управления на основе обратноходового преобразователя заключается в следующем. Эта схема преобразует одно постоянное напряжение в другое, регулируя выходное напряжение посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ). В обратноходовом преобразователе длительность включенного состояния ключа больше длительности выключенного состояния для того, чтобы большее количество энергии было запасено в трансформаторе и передано в нагрузку.

Используя DC/DC-преобразователь на базе микросхемы, можно получить высокий КПД, большую частоту преобразования и несколько видов защит. Большая частота преобразования положительно скажется на стоимости внешних пассивных компонентов, таких как катушки индуктивности и конденсаторы, что снизит общую стоимость решения. Кроме того, площадь, занимаемая этими компонентами на плате, также будет меньше.

DC/DC-преобразователь на базе микроконтроллера позволит построить более совершенную систему управления обратным преобразователем, которая позволит снизить пульсации на выходе источника тока и уменьшить диапазон изменения выходного напряжения за счет гибкого алгоритма функционирования системы управления. Однако отсутствие надежных контроллеров отечественного производства, необходимость разработки и отладки программного обеспечения делают этот вариант построения DC/DC-преобразователя менее привлекательным.

Наиболее простые обратные преобразователи напряжения могут быть собраны с использованием микросхем серии TDA4605 [5].

Микросхема проста в использовании, обладает малым количеством выводов и имеет отечественные аналоги. Принципиальная схема DC/DC - преобразователя на базе микросхемы TDA4605 приведена на рис. 3.

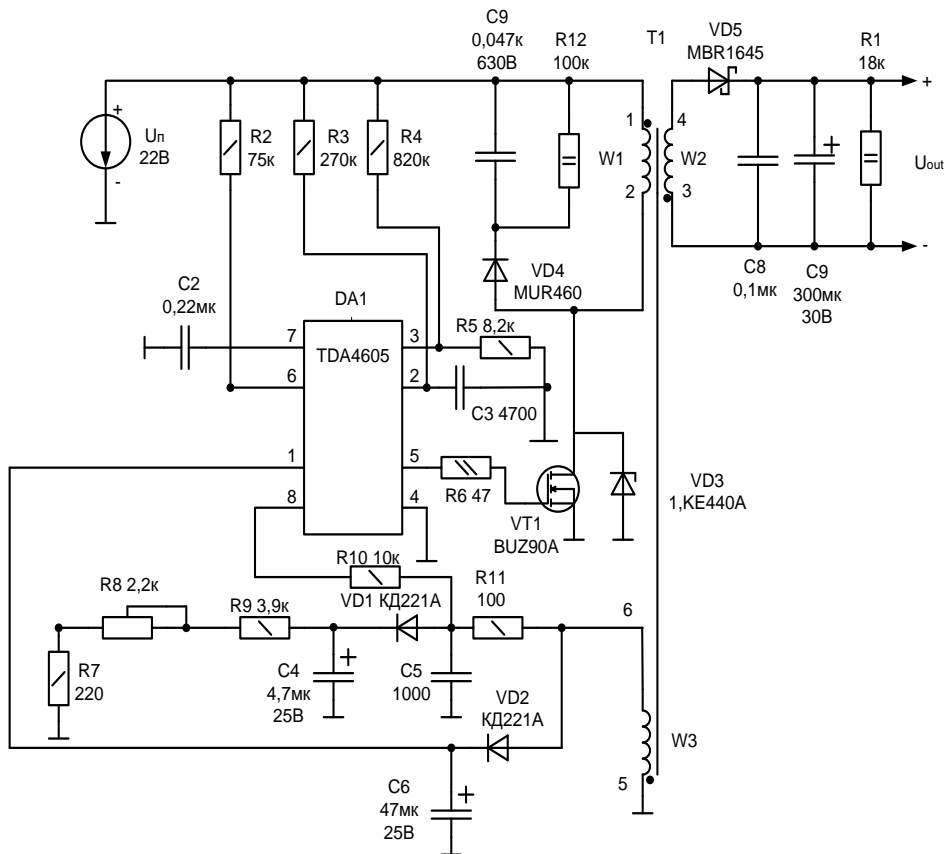


Рис. 3. Принципиальная схема DC/DC - преобразователя на базе микросхемы TDA4605

Основным компонентом, обеспечивающим заданные электрические параметры обратноходового преобразователя, является накопительный трансформатор. В данном случае трансформатор рассчитывается как дроссель, имеющий три обмотки – первичную, вторичную и обмотку обратной связи. Магнитопровод трансформатора должен быть выполнен с зазором.

В результате расчета [6] получены следующие конструктивные параметры трансформатора:

- ◆ магнитопровод типа Ш16×20 из феррита 2500НМС1 с площадью «окна», равной $4,18 \text{ см}^2$, площадью поперечного сечения равной $3,2 \text{ см}^2$, длиной средней линии $12,3 \text{ см}$, объемом 32 см^3 , величина немагнитного зазора составит $0,12 \text{ мм}$;
- ◆ число витков первичной обмотки – 6, диаметр провода $0,25 \text{ мм}$;
- ◆ число витков вторичной обмотки – 8, диаметр провода $0,6 \text{ мм}$;
- ◆ число витков обмотки обратной связи – 8 диаметр провода $0,25 \text{ мм}$.

В процессе имитационного моделирования получены результаты работы DC/DC-преобразователя с системой управления на базе микросхемы TDA4605 (рис. 4).

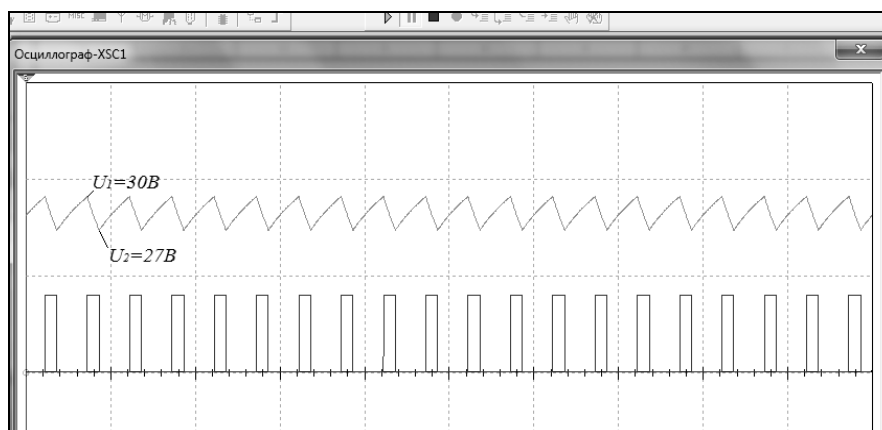


Рис. 4. Оциллограмма работы DC/DC-преобразователя с системой управления на базе микросхемы TDA4605 и форма сигнала напряжения при импульсном токе

При подключении к источнику тока импульсной нагрузки, система управления DC/DC-преобразователя поддерживает такой уровень напряжения, при котором обеспечивается бесперебойная работа электродвигателя рулевой машины на всем продолжении участка торможения и посадки спускаемого аппарата.

Таким образом, в качестве источника тока для энергоснабжения двигателя рулевой машины предложен литий-тионилхлоридный источник тока, имеющий в своем составе DC/DC-преобразователь, который обеспечивает выходное напряжение источника тока в диапазоне, необходимом для бесперебойной работы рулевых машин. DC/DC-преобразователь построен на базе микросхемы TDA4605, что позволило обеспечить простоту его конструкции, высокую надежность и достаточное качество электроэнергии на выходе источника тока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов. – М.: Энергоиздат; 1986. – 416 с.
2. Плешаков М.С., Асацадурьян М.Ю., Федотов Д.Б. и др. Батареи и системы электроснабжения межорбитального космического буксира «Фрегат» // Космонавтика и ракетостроение. Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2014. – № 1.

3. *Кедринский И.А. и др.* Литиевые источники тока. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 220 с.
4. *Найвельт Г.С., Мазель К.Б., Хусаинов Ч.И. и др.* Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Под ред. Найвельта Г.С. – М.: Радио и связь, 2000.
5. *Калабеков Б.А.* Цифровые устройства и микропроцессорные системы. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2007. – 336 с.
6. *Кислицын А.Л.* Трансформаторы: Учебное пособие по курсу «Электромеханика». – Ульяновск: УлГТУ, 2001. – 76 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.В. Тарарыкин.

Корохов Владимир Васильевич – Южный федеральный университет; e-mail: kaf_sau@mail.ru; 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Мильчакова, 10; тел.: 88632696991; кафедра системного анализа и управления; к.т.н.; доцент.

Корохова Елена Вячеславна – кафедра системного анализа и управления; к.т.н.; доцент.

Секунова Ольга Николаевна – студентка 1 курса магистратуры по направлению «Системный анализ и управление».

Korokhov Vladimir Vasilyevich – Southern Federal University; e-mail: kaf_sau@mail.ru; 10, Milchakov street, Rostov-on-Don, 344090, Russia; phone: +78632696991; the department of system analysis and management; cand. of eng. sc.; associate professor.

Korokhova Elena Vyacheslavna – the department of system analysis and management; cand. of eng. sc.; associate professor.

Sekunova Olga Nikolaevna – the student of 1 course of a magistracy in the direction "The system analysis and management".

УДК 004.421(330.322)

А.Н. Важаев

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРЕДМЕТ ОДНОВРЕМЕННОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИМИ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассмотрены вопросы исследования одновременного осуществления малыми предприятиями нескольких видов экономической деятельности и создания специализированной информационной системы. Актуальность работы определяется усилением внимания к развитию и поддержанию малого бизнеса на фоне сравнительно резкого сокращения числа небольших предприятий с 2013 года, вызванного изменениями в законодательстве. В большинстве случаев деятельность предприятия малого бизнеса начинается с осуществления одного вида экономической деятельности. В последующем, по мере своего развития, компания начинает осуществлять другие виды деятельности, отличные от первоначального вида экономической деятельности. Для проведения исследований была разработана информационная система на платформе «1С:Предприятие 8.3», в которую были заложены авторские алгоритмы по анализу малых предприятий и осуществляемых ими видов деятельности. Проведенные с помощью нового программного продукта исследования малых предприятий моногорода Юрга на основе анализа видов экономической деятельности показали, что большая часть изученных малых предприятий одновременно осуществляет несколько видов экономической деятельности, что дополнительно подтверждает активную диверсификацию ПМБ в процессе осуществления своей деятельности.

Информационная система; виды экономической деятельности; предприятия малого бизнеса; модель Адизеса; ОКВЭД; ЕГРЮЛ.