

# ЭЛЕКТРОНИКА

## ТЕМА НОМЕРА: НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФО

Let's create  
**TOMORROW**  
together.  
**HAPPY**  
**HOLIDAYS**



**ANALOG DEVICES** **Hittite**  
**Honeywell** **SICK**

**ТУП «Альфачип Лимитед»**

Поставка электронных компонентов, средств автоматизации, компонентов для светодиодного освещения

220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 368 76 01, +375 17 368 76 16  
факс: +375 17 368 76 15  
www.alfa-chip.com  
www.alfacomponent.com  
УНП 192525135

E-mail: [smt@riftek.com](mailto:smt@riftek.com)  
Тел.: +375 17 281 86 57

**РИФТЭК СМТ**  
АВТОМАТИЧЕСКИЙ МОНТАЖ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

ЧУП «РИФТЭК-СМТ»  
Республика Беларусь,  
220090, г. Минск,  
Логойский тракт, 22  
УНП 192241841

Комплексные поставки  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

+375 (17) 510-26-90 +375 (17) 510-26-92

**НАСОСЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ**  
**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**  
**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВОЗДУХОПОДАТОЧНИКИ**  
**СВЕТОДИОДНАЯ ТЕХНИКА**

УНП 691773895



**КАЛИБРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ Н4-201**



**НОВАЯ  
ПРОДУКЦИЯ**



**ВОЛЬТМЕТРЫ  
V7-91, V7-91/1**



**ОСЦИЛЛОГРАФ ЦИФРОВОЙ C8-54**

**ИЗМЕРИТЕЛЬ ИММИТАНСА E7-30**



УНП 100039847

220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73

Тел.: +375 17 262 57 50

E-mail: [mnipi@mnipi.by](mailto:mnipi@mnipi.by)

[www.mnipi.by](http://www.mnipi.by)

ООО «Элконтракт»

**elcontract.by**

- Контрактное производство электроники
- Монтаж печатных плат
- Наладка и регулировка изделий
- Полное изготовление электроники под ключ



211440, Республика Беларусь, Витебская область,  
г. Новополоцк, проезд Заводской, д. 24, оф. 8  
Тел.: 8 (0214) 55-05-42, тел./факс: 8 (0214) 55-17-91,  
[info@elcontract.by](mailto:info@elcontract.by), [demin@elcontract.by](mailto:demin@elcontract.by)

**Опыт и современное оборудование  
позволяют нам давать безусловную  
гарантию на свою продукцию!**

УНП 391481965



# FEIK

## ПОСТАВЩИК РЕШЕНИЙ

### ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ



 **sensoror**

УНП 100160307

220015, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Пушкина, 29 Б  
Тел./факс: +375 (17) 210-21-89 (многоканальный),  
+375 (29) 370-90-92, +375 (29) 274-17-13  
E-mail: [info@fek.by](mailto:info@fek.by)  
[www.fek.by](http://www.fek.by)



# ВСЁ НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

ООО «Торговый дом ЭЛТИКОН»

- Промышленные компьютеры, серверы, центры обработки и хранения данных;
- Встраиваемые и бортовые вычислительные системы, в т.ч. для жестких условий эксплуатации;
- ПЛК и микроконтроллеры, распределенные системы управления и сбора данных;
- Средства операторского интерфейса: мониторы, панели оператора, консоли управления, клавиатуры, трекболы, указательные устройства, информационные табло и мониторы для уличных применений;
- Устройства локального и удаленного ввода-вывода сигналов, АЦП, ЦАП, решения для управления движением, нормализаторы сигналов;
- Сетевое и коммуникационное оборудование для различных сетей, шлюзы данных, коммутаторы Ethernet, медиа-конвертеры, сетевые контроллеры, модемы, удлинители сетей, преобразователи интерфейсов, протоколов и т.п.;
- Датчики для различных применений;
- Источники вторичного электропитания для промышленных, медицинских, бортовых и специальных применений, инверторы электропитания, программируемые источники питания;
- Решения на основе полупроводниковых источников света для уличного освещения и архитектурной подсветки;
- Специализированные датчики, контроллеры и устройства для «умного дома»
- Корпуса, конструктивы, субблоки в стандарте евромеханика, шкафы, стойки, компьютерные корпуса;
- Крепежные элементы, клеммы, монтажный инструмент, провода и кабели, кабельные вводы, соединители;
- Программное обеспечение всех уровней АСУТП, SCADA-системы, OPC-серверы и средства их разработки



- ✓ Более 50 вендоров в программе поставок
- ✓ Широкий диапазон продукции "из одних рук"
- ✓ Сервисный центр и послегарантийное обслуживание продукции
- ✓ Компетентный анализ технических решений с гарантией совместимости и работоспособности
- ✓ Наличие сертификатов и ГТД
- ✓ 20 лет опыта работы на рынке АСУТП
- ✓ Развитая система логистики, нестандартные схемы поставок, склады в Минске, Москве, Европе, Азии
- ✓ Производство промышленных компьютеров, шкафов автоматки, сборка телекоммуникационных шкафов

220125 Минск, ул. Острошицкая 2А • Тел. (017) 286-4649 • Факс (017) 289-6169 • E-mail: info@elticon.ru • Web: www.elticon.ru

## SIPCOM

### МЫ ПРЕДЛАГАЕМ:

- ✓ комплекс услуг по подбору оборудования для Ваших технологических нужд;
- ✓ короткие сроки поставки оборудования;
- ✓ широкий спектр номенклатуры и услуг по доукомплектовыванию заказа согласно Вашим пожеланиям;
- ✓ консультации по возможным вопросам напрямую у заводов-изготовителей;
- ✓ гарантийное и постгарантийное обслуживание и поддержка поставляемого оборудования;
- ✓ модернизация, подбор и замена на более новые модели используемого оборудования.

Компания СИПКОМ – официальный дистрибьютер группы компаний IPC2U, поставщик программно-технических средств для АСУ ТП, встраиваемых систем, промышленных коммуникаций. Поставляем как отдельные модули, так и полнофункциональные системы, предлагаем своим клиентам продукцию лучших мировых производителей радиоэлектронной техники.

### ПАНЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

- Переносные ПК
- ПК для транспорта
- ПК серии PX\_PT
- ПК для Digital Signage
- ПК для 19" стойки
- ПК CompactPCI\_PXI
- ПК AFOLUX
- Панельные компьютеры
- Защищенная рабочая станция
- Встраиваемые ПК
- Безвентиляторные ПК
- серии PX\_PT
- Аксессуары для рабочих станций
- Сопутствующие аксессуары

### МЫ РАБОТАЕМ СО СЛЕДУЮЩИМИ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ:



sipcom.by

220033, г. Минск,  
ул. Аранская, 11, ком. 109

+375 17 399 89 16

+375 44 721 76 71

mail@sipcom.by




Научно-практический журнал  
**ЭЛЕКТРОНИКА**  
ИНФО

Подписаться  
на журнал можно  
в РУП «Белпочта»  
и в редакции

**«от микро до макро»**

- Справочная и аналитическая информация для инженеров, конструкторов, разработчиков, радиолюбителей, менеджеров в сфере электроники;
- Реклама компаний, связанных с производством и реализацией электроники и компонентов;
- Журнал включен в список научно-технических изданий ВАК Республики Беларусь



**Э**нергетика. Электромеханика  
**Л**азеры. Фотоника  
**Е**диницы измерения в электронике  
**К**осмическая и военная техника  
**Т**елеком  
**Р**адиоэлектроника  
**О**птика. Медицинская электроника  
**Н**анотехнологии. Микроэлектроника  
**И**змерительные преобразователи  
**К**омпоненты. Жгуты  
**А**втоматика. Силовая электроника  
**и н ф о**

Подписной индекс:

008222 (ведомственный) – стоимость подписки  
в РУП «Белпочта» - 78 руб. (6 мес.), 156 руб. (12 мес.).

00822 (индивидуальный) – стоимость подписки  
в РУП «Белпочта» - 78 руб. (6 мес.), 156 руб. (12 мес.).

Тел.: +375 17 388 44 71

[www.electronica.by](http://www.electronica.by)

**ЖИЗНЬ СТАЛА ЭЛЕКТРОННОЙ**  
ЭЛЕКТРОНИКА И КОМПОНЕНТЫ – В НАШЕМ ЖУРНАЛЕ

# А л в ф а Ч И П Л И М И Т Е Д

*Новые возможности  
ваших идей*

- Электронные компоненты
- Средства автоматизации
- Датчики, сенсоры
- Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖКИ дисплеи
- Компоненты для светодиодного освещения

Прямые поставки  
от мировых производителей

Разработка и техническая  
поддержка новых проектов



220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16

[www.alfa-chip.com](http://www.alfa-chip.com)

[www.alfacomponent.com](http://www.alfacomponent.com)



ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ  
ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА.  
ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В СПИСОК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ ВАК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



International magazine  
of amateur and professional electronics

№12 (138) декабрь 2016

Зарегистрирован  
Министерством информации  
Республики Беларусь

Регистрационный №71  
от 19 августа 2014 года

Главный редактор:

Любарская Марина Александровна  
m.lybarskaia@afk-m.com

Редактор технический:

Бокач Павел Викторович  
p.bokach@afk-m.com

Редакционная коллегия:

Председатель:

Чернявский Александр Федорович  
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:

Садов Василий Сергеевич, к.т.н.  
sadvov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:

Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.  
Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.  
Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.  
Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.  
Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.  
Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.  
Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.  
Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.  
Мулярчик Степан Григорьевич, д.т.н.  
Петровский Александр Александрович, д.т.н.  
Попешиц Владимир Иванович, д.ф.-м.н.  
Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Отдел рекламы и распространения:

Антоневич Светлана Геннадьевна  
тел./факс: +375 (17) 388-44-71  
s.antonevich@electronica.by

Учредитель:

ЗАО «Финансово-аналитическое агентство  
«Эф энд Ка»  
220015, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Пономаренко,  
д. 35А, пом. 302, каб. 47,  
тел./факс: +375 (17) 388-44-71

© Перепечатка материалов, опубликованных  
в журнале «Электроника инфо», допускается  
с разрешения редакции

За содержание рекламных материалов редакция  
ответственности не несет

Подписной индекс в Республике Беларусь:

00822 (индивидуальная),  
008222 (ведомственная)

Цена свободная

Подготовка, печать:

Тираж 500 экз. Отпечатано:  
Унитарное предприятие «Типография ФПБ»  
г. Минск, пл. Свободы, д. 23, офис 90  
Лицензия №02330/54 от 12.08.2013 г.  
Подписано в печать 20.12.2016 г.  
Заказ №9

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

ДЖИП ИЛИ ТЕЛЕГА? .....2

НОВОСТИ .....3

МОНИТОРИНГ

ЭВОЛЮЦИЯ РЫНКА .....6

СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....7

ТЕХНИКА И ОРУЖИЕ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ. Георгий Потапов .....9

КОСМИЧЕСКИЕ «КУБИКИ» ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СПУТНИКОВ. Павел Бокач.....12

ЛУННАЯ ГОНКА ЗА ЛУННОЙ ЭЛЕКТРОНИКОЙ. Павел Бокач.....17

КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В БЫТУ. Павел Бокач .....20

НОВОСТИ С ОРБИТЫ .....24

НОВОСТИ ИЗ NASA. Павел Бокач .....26

ВОКРУГ ЛУНЫ ЗА 120 МИЛЛИОНОВ ДОЛЛАРОВ! .....29

ОБЗОР РЫНКА

СТАНЕТ ЛИ МУЛЬТИКОПТЕР НОВЫМ ВИДОМ ТАКСИ? Кен Каплан .....30

ВСЕМИРНЫЙ ОХВАТ. Павел Бокач .....32

ОБЗОР РЫНКА GPS/ГЛОНАСС-МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА. МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА .....40

ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА

ДАТЧИКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЭМС-ТЕХНОЛОГИИ.  
ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ  
Александр Тузов, Николай Куличок .....44

MICROCHIP АНОНСИРУЕТ НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ 8-РАЗРЯДНЫХ  
МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ AVR® С НЕЗАВИСИМОЙ ОТ ЯДРА ПЕРИФЕРИЕЙ .....47

СИНХРОНИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПО СИГНАЛАМ  
СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
Н. М. Боев .....48

НАУКА

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ И СПОСОБ ЕГО КОМПЕНСАЦИИ  
А.В. Ковалев, В.А. Черехухин .....52

МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ  
В.А. Карпов, Д.В. Соболев .....59

ВЫСТАВКИ

ВЫСТАВКИ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОНИКА. КОМПОНЕНТЫ». ЯНВАРЬ 2017 .....62

ПРАЙС-ЛИСТ .....64

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

Автоматикацентр.....	64
Алнар.....	64
Альфачип Лимитед.....	47, 64
Альфалидер компонент.....	64
БелПлата.....	11
БелСканти.....	64
ГорнТрейд.....	14
Минский часовой завод.....	16
Приборостроительная компания.....	64
СветЛед решения.....	64
ФЭК.....	64
Чип электроникс.....	64

Обложки, цветные вставки

Альфачип Лимитед.....	I обл., IV вст.
МНИПИ.....	II обл.
ОмегаКомпонент.....	IV обл.
Профессиональные сетевые системы.....	III обл.
Рифтек СМТ.....	I обл.
Светтрейдингсервис.....	I обл.
Сипком.....	II вст.
Tyco Electronics Austria GmbH.....	I обл.
ФЭК.....	I вст.
Элконтракт.....	II обл.
Элтикон.....	II вст.





## В ЛЕСУ РОДИЛАСЬ... ЛАМПОЧКА, ИЛИ ВСЕХ С НОВЫМ ГОДОМ!

- С наступающим!!! Спасибо за интерес к журналу!
- Так как все мы пользуемся электричеством и прочими благами, огромное спасибо энергетикам (особенно 22-го декабря – Начало Света, ведь день уже будет увеличиваться!). С Днем энергетика!
- Спасибо за сотрудничество и много-много поздравлений, приятного и полезного вы получите от нас, если:

подпишетесь на журнал «Электроника инфо» по индексам  
**008222** — ведомственная,  
**00822** — индивидуальная;

разместите у нас в журнале свой рекламный блок, который принесет вам кучу прибыли, потому что *«Делать деньги без рекламы может только монетный двор»*.

Короче, с-Новым-годом-с Новым-счастьем, желаем любви, прибыли и сюрпризов, а также еще чего-нибудь эдакого!

И ...щас споем!!! - загляните на [electronica.by](http://electronica.by) или прямо сюда <http://www.youtube.com/watch?v=CcddhcuuywQ>

*Редакция журнала «Электроника инфо»*







## «БОЛЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ САМОЛЕТ» НА ГИБРИДНОЙ ТЯГЕ

Немецкий проектный институт Bauhaus Luftfahrt, контрольный пакет акций которого принадлежит европейскому авиастроительному концерну Airbus, объявил о намерении к 2022 г. провести испытания «более электрического самолета» с гибридной тягой. Как пишет Aviation Week, в испытаниях примет участие уменьшенная беспилотная модель самолета, а сами проверки будут проведены в рамках европейской программы Clean Sky 2, направленной на создание экологичной и экономичной гражданской авиации.

Разработка ведется в рамках проекта DISPURSAL по технологии «движущего фюзеляжа» (propulsive fuselage). В перспективном «более электрическом самолете» будут использоваться два уменьшенных турбовентиляторных двигателя, которые будут не только отвечать за движение самолета, но также вырабатывать электричество для его бортовых систем и электрического вентиляторного двигателя в хвостовой части. Вклад этого двигателя в формирование общей тяги составит 23 %.

На перспективный самолет планируется установить реактивные двигатели с ультравысокой степенью двухконтурности без системы отбора воздуха. Они обеспечивают относительно высокий уровень тяги при небольшом потреблении топлива. Отсутствие системы отбора воздуха позволяет сделать двигатель немного легче, а также установить дополнительные генераторы. Это дает возможность увеличить количество потребителей электроэнергии на борту самолета.

Электрический вентиляторный двигатель на самолете будет установлен соосно и получит кольцевую воз-



духозаборник, огибающий хвостовую часть фюзеляжа по периметру. Для улучшения притока воздуха к двигателю фюзеляж перспективного самолета сделают немного длиннее. Кроме того, установка двигателя в хвостовой части вынудила разработчиков спроектировать самолет с Т-образным хвостовым оперением, то есть с расположением рулей высоты на законцовке кия.

Т-образное хвостовое оперение, электрический вентиляторный двигатель и удлиненный фюзеляж делают максимальную взлетную массу самолета больше по сравнению с сопоставимым по дальности полета и пассажиреместимости современным самолетом. Уменьшить вес разработчики планируют за счет уменьшения объема рейсового запаса топлива. Сократить этот показатель удастся за счет общей экономичности самолета.

В сравнительном моделировании участвовал самолет проекта

DISPURSAL пассажиреместимостью 340 человек и с дальностью полета 8,9 тысячи километров. Его сравнивали с современным пассажирским самолетом Airbus A330-300. При моделировании самолеты совершали перелет на скорости 0,78 числа Маха (963 километра в час). Экономичность нового самолета по сравнению с A330-300 составит 38,3 %.

«Более электрический самолет» предполагает использование на борту самолета большего количества электрических систем. В общем итоге такое решение повышает общее потребление электроэнергии, но позволяет значительно снизить массу бортового оборудования. Например, общую гидравлическую систему можно будет заменить несколькими локальными гидравлическими системами с электронасосами, создающими нужное давление.

**texnomaniya.ru**

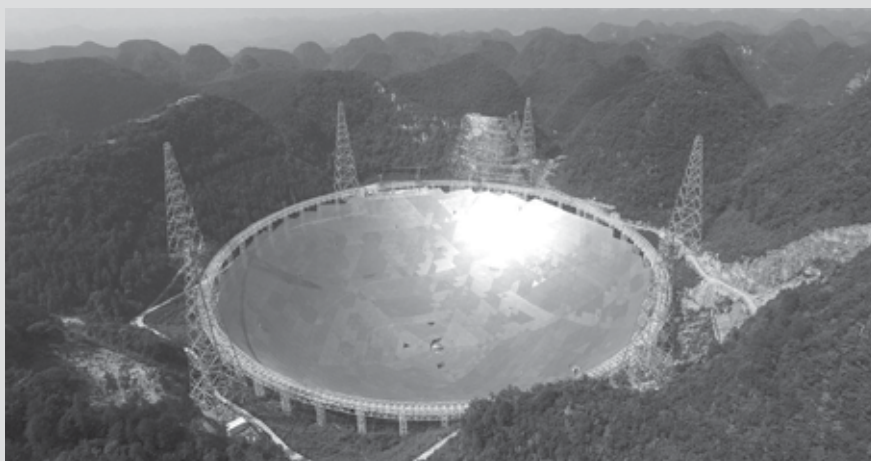
## САМЫЙ БОЛЬШОЙ В МИРЕ РАДИОТЕЛЕСКОП

В Китае завершается строительство самого крупного в мире радиотелескопа «FAST» с рефлектором площадью в 30 футбольных полей, состоящим из 4450 панелей для наблюдения за внеземной жизнью.

Специалисты собирают гигантский телескоп в провинции Гуйчжоу в Китае, который превосходит обсерваторию Аресибо Пуэрто-Рико диаметром 300 метров. У китайского телескопа диаметр 500 метров и периметр 1,6 километров, и требуется 40 минут, чтобы обойти его.

Такой телескоп улучшит возможности наблюдения за космосом.

**reired.ru**





## РОССИЯ К 2025 ГОДУ ПОСТРОИТ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ С ЯДЕРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ДЛЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ МИССИЙ

В России к 2025 году планируется создать летный образец космического аппарата с ядерной энергодвигательной установкой (ЯЭДУ).

Ядерные системы электроэнергии считают основными перспективными источниками энергии в космосе при планировании масштабных межпланетных экспедиций. Энерговооруженность Международной космической станции – 110 киловатт – обеспечивается работой солнечных батарей площадью 17×70 м. Для реализации межпланетных пилотируемых миссий, например, к Марсу, одними солнечными батареями вопрос будет не решить. Обеспечить мегаваттные мощности в космосе позволит ЯЭДУ, созданием которой сейчас занимаются предприятия «Росатома».

К 2017 году Научно-исследовательский и конструкторский институт энергетических технологий (НИКИЭТ, структура «Росатома») планирует построить ядерный реактор для будущего двигателя. Головной организацией по созданию самой энергодвигательной установки является ФГУП «Центр Келдыша». А транспортный модуль собиралась строить РКК «Энергия».

«Все работы по созданию ЯЭДУ идут в соответствии с запланированными сроками, – говорит руководитель проекта департамента коммуникаций госкорпорации «Росатом» Андрей Иванов. – Во время проекта



Ядерный реактор для космических аппаратов ТЭС-5 «Топаз»

пройдено два важных этапа: создана уникальная конструкция тепловыделяющего элемента, обеспечивающая работоспособность в условиях высоких температур, больших градиентов температур, высокодозного облучения. Также успешно завершены технологические испытания корпуса реактора – его подвергали избыточному давлению и проводили 3D-измерения в зонах основного металла, кольцевого сварного соединения и конического перехода».

Работы по созданию ядерных двигателей для космических аппаратов активно велись в СССР и США в прошлом веке: американцы закрыли проект в 1994 году, СССР – в 1988-м. Испытания ядерных установок в космосе не всегда проходили штатно: в 1978 году советский спутник «Космос-954» вошел в атмосферу и развалился, разбросав тысячи радиоактивных осколков на территории в 100 тыс. кв. км.

В 1988 году Федерация американских ученых и Комитет советских ученых за мир против ядерной угрозы сделали совместное предложение о запрете использования ядерной энергии в космосе. С тех пор ни одна страна не производила запусков космических аппаратов с ядерными энергетическими установками на борту.

«Такие проекты, как создание ЯЭДУ, должны быть вписаны в контекст более масштабного проекта, чтобы четко понимать, для чего именно мы создаем такие мощные источники, – говорит Андрей Ионин, член-корреспондент Российской академии космонавтики имени Циолковского. – ЯЭДУ нужны только для экспедиций в дальний космос. Соответственно, перед тем как мы начнем строить такой двигатель, нужно определиться с целями – куда и когда мы полетим».

**belta.by**

## АППАРАТУРА ДЛЯ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ОТ «ШВАБЕ»

Предприятие Холдинга «Швабе» продемонстрировало новые разработки в области оптико-электронной съемочной аппаратуры на Международном авиакосмическом салоне Airshow China 2016.

В рамках выставки предприятие Холдинга – Красногорский завод им. С.А. Зверева (КМЗ) презентует многозональную оптико-электронную съемочную аппаратуру «Геотон – Л1» и широкозахватную мультиспектральную оптико-электронную аппаратуру «Аврора».

Аппаратура «Геотон-Л1» с линзовым объективом применяется в составе космических спутников «Ресурс-П» для оперативного наблюдения в интересах МЧС России, Росгидромета, Росреестра, Минприроды, Минсельхоза и других



хозяйствующих субъектов РФ. Высокое разрешение снимков в монохроматическом диапазоне позволяет с высокой достоверностью идентифицировать объекты размером более 0,85 м в полосе захвата до 40 км. Синхронная съемка четырех или пяти из имеющихся шести спек-

тральных каналов с монохроматическим каналом позволяет создавать цветные снимки высокого качества с дополнительной спектральной информацией.

В свою очередь аппаратура «Аврора» используется в составе малого космического аппарата «Аист-2Д». Она предназначена для получения информации о земной поверхности в рамках различных научных исследований. «Аврора» может вести синхронную съемку в монохроматическом и трех спектральных каналах в диапазоне высот от 350 до 700 км. Она способна с той или иной степенью достоверности различить предметы, обладающие конфигурационными признаками более 1,5 м в полосе захвата до 40 км.

**shvabe.com**





## ВТОРОЙ БЕЛОРУССКИЙ СПУТНИК

Согласование технического задания на космический аппарат дистанционного зондирования Земли высокого разрешения (БКА-2) находится на завершающей стадии. Это будет аппарат принципиально нового качества, его характеристики по сравнению с первым аппаратом как минимум в 4 раза лучше по разрешению. Аппарат будет создаваться в той же кооперации разработчиков,

которые изготавливали и БКА-1: с российской стороны это АО «Корпорация ВНИИЭМ», целевую аппаратуру будет производить белорусское предприятие «Пеленг».

БКА-2 позволит создавать топографические навигационные карты в масштабе 1:10000, что станет основой для решения кадастровых задач.

Аппарат будет создаваться по схеме государственно-частного партнер-

ства, за счет бюджета предполагается модернизировать наземную инфраструктуру и создать технологии. Больше половины финансовых ресурсов предоставят частные инвесторы, как отечественные, так и зарубежные.

Беларусь планирует запустить космический аппарат дистанционного зондирования Земли в космос в конце 2019 года.

**belta.by**

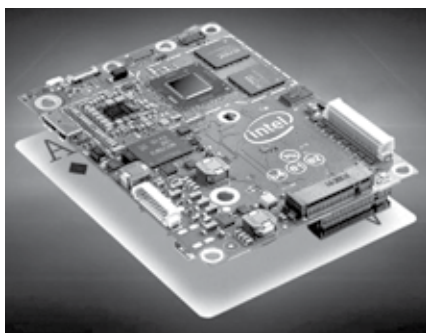
## INTEL AERO ПОМОЖЕТ РАЗРАБОТЧИКАМ БПЛА

Компания Intel на ежегодной выставке 2016 Intel Developer Forum представила квадрокоптер Intel Aero. Основной аудиторией, на которую рассчитана новинка, являются разработчики программного обеспечения.

Мультикоптер, который частенько называют дроном, – это вид воздушного транспорта с двумя или более роторами постоянного шага. Эти простые с механической точки зрения устройства способны добиться стабильного контролируемого перемещения с использованием встроенных датчиков и компьютерных технологий для независимого управления скоростью вращения каждого ротора.

Платформа Intel Aero предназначена не для любителей гонок на дронах или воздушной съемки. Используя данный дрон, разработчики смогут не только создавать, но и самостоятельно тестировать программное обеспечение для БПЛА.

Компания заявила, что Intel Aero предложит разработчикам самый быстрый путь для выпуска коммерческих приложений. Aero является полностью готовым к полетам дроном, который оснащен четырехъядерной однокристальной системой Intel Atom и камерой RealSense. Предустановленное приложение AirMap поможет прокладывать маршрут и предоставит полезную информацию, например, в каких местах полеты разрешены, а где вы можете столкнуться с юридическими проблемами.



Вычислительная плата Intel® Aero – это специализированный комплект для разработчиков беспилотных летательных аппаратов, который создан на базе четырехъядерного процессора Intel® Atom™, оснащен ОС Linux, а также обеспечивает поддержку функций определения пространственных параметров и машинного зрения благодаря технологии Intel® RealSense™. Вычислительная плата Intel® Aero в компактном формате размером с обычную игральную карту предоставляет огромное количество возможностей для создания сложных систем для дронов.

Вычислительная плата Intel® Aero является центральным компонентом этого полностью готового к полетам квадрокоптера, оснащенного технологией Intel® RealSense™ и предварительно запрограммированной системой управления полетом на базе ПО Dronocode PX4. Кроме того, дрон поддерживает комплект SDK AirMap, позволяющий создавать сервисы обработки данных топографической съемки. Готовый к полетам дрон Intel Aero оснащен всем необходимым и позволяет разработчикам, исследователям и энтузиастам БПЛА быстро реализовать свои проекты по изучению воздушного пространства.

Камера Intel® RealSense™ оснащена технологией определения пространственных параметров, которая имитирует возможности человечес-

кого зрения. Процессор Intel® Atom™ анализирует эти данные для создания карты местности и использует интеллектуальную систему обхода препятствий, благодаря которой дрон может безопасно следовать по маршруту. Ниже представлено видео полета дрона Yuneec Typhoon H, оснащенного камерой Intel® RealSense™.

Интеграция датчиков, вычислительных и коммуникационных технологий Intel в эти летательные устройства делает их гораздо «умнее», открывая новые способы их использования в любой отрасли для изменения, улучшения и даже спасения жизней.

Делая подробные фотографии и трехмерные изображения, команда Intel совместно со специалистами Airbus продемонстрировала технологию визуального осмотра самолета с помощью дрона AscTec Falcon 8, оснащенного камерами Intel® RealSense™. Эта технология позволяет сократить время простоя самолета из-за осмотра с 2 часов до 15 минут.

Intel Aero поступит в продажу в декабре 2016 года, а системная плата Intel Aero уже продается за 399 долларов. Существует также набор Intel Aero Vision Accessory Kit, который включает камеру RealSense R200, вторую камеру разрешением 8 Мп и третью разрешением VGA за 149 долларов.

**Подготовил Павел Бокач по пресс-релизу компании Intel**



# ЭВОЛЮЦИЯ РЫНКА

**Компания J'son & Partners Consulting представляет основные результаты исследования «Эволюция рынка спутниковой связи и вещания. Многолучевые спутниковые системы со сверхвысокой пропускной способностью. Спутниковый широкополосный доступ на основе технологии HTS».**

Услуги связи с использованием спутников, в том числе доступ к сети Интернет, считаются дорогими и применяются чаще всего в малонаселенных и отдаленных регионах, где нет иной телекоммуникационной инфраструктуры, либо для поддержки критически важных каналов связи и передачи данных в корпоративном (B2B) сегменте.

Однако примерно 10 лет назад появились новые технологии, основанные на использовании многолучевых геостационарных спутников в Ku- и Ka-диапазонах частот, которые существенным образом изменили ситуацию на рынке спутниковой связи и вещания. Такие спутники получили название HTS (High Throughput Satellite, спутник с высокой пропускной способностью). По состоянию на 2016 г. емкость всех спутников HTS уже в разы превышает емкость всех традиционных геостационарных спутников связи во всех диапазонах частот L/S/C/X/Ku/Ka.

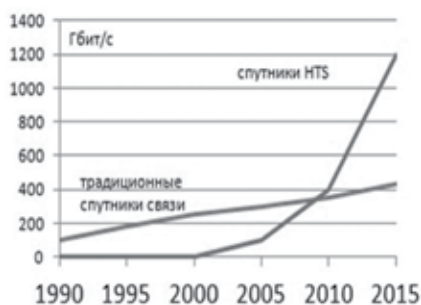


Рисунок 1 – Емкость спутников HTS и традиционных спутников связи. Источник: TelAstra Inc.

Причем доступные массовым пользователям скорости каналов и себестоимость передачи информации лучше, чем при использовании радиорелейных линий, и соизмеримы с ВОЛС, а в некоторых случаях имеют более привлекательные технико-экономические значения. В результате многие страны взяли за основу технологию HTS в национальных проектах ликвидации цифрового неравенства для «последних» 5–7 % домохозяйств. Ряд таких национальных программ, в том числе в РФ, а также общее состояние этого сегмента рынка спутниковой связи и его особенности, связанные с технологией HTS, подробно анализируются по состоянию на 2016 г.

По мнению J'son & Partners Consulting, сегодня можно констатировать, что на рынке спутниковой связи и вещания образован новый сегмент, основанный на использовании многолучевых геостационарных спутников HTS в Ku- и Ka-диапазонах частот.

## Технологические тренды на рынке спутниковой связи и вещания

Развитие технологий спутниковой связи идет непрерывно. Появляются новые проекты создания

спутников HTS и систем на их основе. По прогнозам аналитиков J'son & Partners Consulting, в ближайшие один-два года общая емкость одного целевого спутника HTS достигнет 500–1000 Гбит/с. При этом себестоимость передачи единицы информации дополнительно снизится в разы. В связи с этим в мире появляются новые перспективные проекты, их анализ позволил аналитикам J'son & Partners Consulting составить прогноз развития этого сегмента рынка до 2023–2025 г. Отдельное внимание обращено на новое направление – многоспутниковые системы с использованием негеостационарных спутников на низких и средних орбитах (MEO/LEO-HTS), проанализированы заявленные инвесторами показатели технико-экономической эффективности таких систем, в том числе российских. Следует отметить, что общая емкость проектируемых систем MEO/LEO-HTS исчисляется уже в десятках и даже сотнях Тбит/с, а заявленные технико-экономические показатели лучше современных систем не только на основе геостационарных спутников HTS, но и ВОЛС, в том числе по величине задержки.

## Прогнозы развития рынка

HTS-сегмент рынка спутниковой связи и вещания показывает высокую активность наращивания емкости сетей и объемов продаж в денежном выражении. Новые возможности технологии HTS применяются практически во всех странах и регионах, при этом наибольшие рынки сосредоточены в США и Канаде. Основной спрос связан с сервисами спутникового широкополосного доступа (ШПД). Сети на основе HTS начали свое развитие от коммерции к государственным задачам: предоставление ШПД для реализации госпрограмм, предоставление ресурса для военных и бюджетных организаций. Государственные проекты в настоящее время являются основным драйвером развития услуги в мире.

Вместе с тем наряду с оптимистическими прогнозами аналитики J'son & Partners Consulting обращают внимание и на проблемы, которые сегодня наблюдаются как в области создания систем на основе HTS, так и в новых проектируемых системах типа MEO/LEO-HTS.

В частности, бросается в глаза переизбыток емкости спутников HTS, который составляет сегодня примерно 75 %, но каждый год прогнозируется его сокращение примерно на 5 %, то есть к 2023 г. неиспользуемый ресурс спутников HTS сократится примерно до 50 %. Утилизация ресурса будет наблюдаться за счет расширения разнообразия предоставляемых сервисов и обслуживания абонентов на подвижных средствах, в первую очередь для морских и воздушных применений.

**j'son.tv**





# СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 4 июля 2011 г. № 902 (с дополнениями и изменениями) утверждена Концепция создания Единой системы навигационно-временного обеспечения Республики Беларусь. Ниже представлены основные данные о стратегии страны в данном направлении.

## Современное состояние НВО Республики Беларусь

В настоящее время на территории Республики Беларусь используется широкий спектр средств навигации и навигационных систем, позволяющих определять параметры пространственно-временного состояния объектов и имеющих разные зоны и время обслуживания, уровни точности решения задач, сложности навигационной аппаратуры потребителей и другие характеристики:

- глобальные навигационные спутниковые системы (далее – ГНСС), формирующие глобальные непрерывные радионавигационные поля навигационных сигналов с открытым доступом, – ГНСС Российской Федерации (далее – ГЛОНАСС) и ГНСС Соединенных Штатов Америки (далее – GPS);

- функциональное дополнение к ГНСС – спутниковая система точного позиционирования Минского региона;

- наземная импульсно-фазовая радионавигационная система (радиотехническая система дальней навигации РСДН-3/10 «Чайка»), формирующая непрерывное радионавигационное поле;

- радиотехнические системы ближней навигации типа РСБН-4Н, РСБН-8Н, VOR/DME;

- маячные и радиомаячные средства навигации типа КНС-3Б, КНС-4У, МРМ-70, РММ-95, СП-75, СП-80, СП-90, СП-90Н, ПРМГ-5, ПРМГ-76У;

- система эталона времени, частот и параметров вращения Земли, осуществляющая получение и передачу потребителям услуг в сфере навигационной деятельности высокоточной частотно-временной информации и данных о параметрах вращения Земли;

- средства навигации, использующие естественные поля и силы Земли, – инерциальные, магнитометрические, астрономические, гравиметрические и другие.

Ни одна из этих систем в отдельности не может удовлетворить в полном объеме возрастающие требования потребителей в сфере навигационной деятельности:

- ГНСС со своими функциональными дополнениями при высокой точности определения координат и неограниченной зоне применения подвержены помехам естественного и искусственного характера, кроме того, действующие ГНСС имеют ярко выраженное геополитическое значение, обеспечивая интересы стран – владельцев ГНСС;

- радиотехнические системы дальней навигации, имея большие зоны действия, характеризуются невысокой точностью определения навигационных параметров;

- радиотехнические системы ближней навигации имеют ограниченные зоны действия (в пределах прямой видимости) и по этой причине применяются в основном в авиации;

- маячные и радиомаячные средства навигации, используемые в авиации, действуют только в пределах прямой видимости и не относятся к точным средствам навигации;

- средства, использующие естественные поля и силы Земли, не обеспечивают высокую точность определения навигационных параметров и подвержены влиянию различных внешних воздействий;

- государственная служба единого времени и эталонных частот Республики Беларусь окончательно не сформирована;

- ряд средств предназначен для решения только специальных задач.

Нескоординированное развитие и эксплуатация этих систем приводят к неэффективному использованию выделяемых ресурсов.

Кроме того, в Республике Беларусь не определены единые системы геодезических координат и отсчета точного времени для обеспечения навигационной деятельности.

Потребительские подсистемы НВО в основном представлены системами мониторинга и контроля транспортными средствами отдельных организаций, использующих сигналы с открытым доступом ГНСС ГЛОНАСС и GPS. Ни один из государственных органов, местных исполнительных и распорядительных органов не имеет своей отраслевой или региональной навигационной системы.

Компенсировать недостатки отдельных систем НВО и полностью удовлетворить требования всех потребителей услуг в сфере навигационной деятельности возможно путем:

- комплексного использования и скоординированного совершенствования указанных систем;

- применения высокоточной геодезической и картографической основы для решения задач навигации;

- создания и поддержания единого радионавигационного поля Республики Беларусь;

- совершенствования системы точного времени и частот и параметров вращения Земли;





– постоянного контроля государства за деятельностью по разработке, производству, модернизации и эксплуатации средств навигации и навигационных систем.

Комплексное решение указанных задач возможно путем создания ЕС НВО на базе существующих навигационных систем с использованием перспективных навигационных и временных технологий и методов доступа к информационным ресурсам ЕС НВО.

ЕС НВО может применяться в целях:

- обеспечения безопасности государства;
- создания систем автоматизированного управления, контроля и мониторинга транспортных потоков, перевозок специальных и опасных грузов;
- обеспечения безопасности движения пассажирских транспортных средств, а также при перевозке специальных и опасных грузов, грузов под таможенным контролем;
- обеспечения функционирования системы экстренного реагирования при авариях на транспорте;
- обеспечения транзитных перевозок по международным транспортным коридорам;
- обеспечения полетов воздушных судов и белорусских космических аппаратов различного назначения;
- обеспечения навигации судов по внутренним водным путям Республики Беларусь;
- мониторинга параметров атмосферы, околоземного космического пространства;
- дистанционного зондирования природной среды;
- создания и развития геодезических сетей и систем координат;
- геодезического обеспечения кадастровых, топографических, геофизических, геологоразведочных, изыскательских и других работ;
- навигационно-гидрографического обеспечения гидрографических, геолого-геофизических и других инженерно-изыскательских работ;
- решения других задач.

### Цель и задачи ЕС НВО

Целью создания ЕС НВО является повышение эффективности услуг в сфере навигационной деятельности, удовлетворение их потребностей в навигационных ресурсах.

Приоритетными направлениями развития ЕС НВО являются:

- формирование искусственных радионавигационных полей;
- решение фундаментальных задач НВО;
- обеспечение контрольно-регламентирующих функций в сфере навигационной деятельности;
- развитие потребительского сегмента;
- организация информационного взаимодействия структурных элементов ЕС НВО.

### Структура ЕС НВО и основные мероприятия по ее созданию

ЕС НВО состоит из подсистем управления, формирования и контроля навигационных полей, передачи навигационной и временной информации, потребительских и обеспечивающих подсистем.

Подсистема управления включает:

- государственный орган, уполномоченный Президентом Республики Беларусь на осуществление государственного регулирования навигационной деятельности;
- руководящий орган ЕС НВО;
- национальный технический комитет по стандартизации в сфере навигационной деятельности;
- структурные подразделения государственных органов, отвечающих за осуществление навигационной деятельности.

Государственным органом, уполномоченным на осуществление государственного регулирования навигационной деятельности, определен Государственный военно-промышленный комитет.

Руководящим органом ЕС НВО является сетевой оператор в сфере навигационной деятельности.

Национальный технический комитет по стандартизации в сфере навигационной деятельности осуществляет разработку в установленном порядке технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации средств НВО.

Подсистема формирования и контроля навигационных полей включает:

- белорусскую спутниковую систему точного позиционирования и белорусскую систему дифференциальной коррекции и мониторинга, являющиеся функциональными дополнениями действующих ГНСС ГЛОНАСС и GPS и перспективных ГНСС Европейского союза ГАЛИЛЕО и Китайской Народной Республики COMPASS;
- модернизированную импульсно-фазовую радионавигационную систему;
- радиотехническую систему ближней навигации и радиомаячные системы;
- систему синхронизации средств формирования радионавигационных полей;
- пункты государственной геодезической сети, расширяющие геоцентрическую систему координат;
- систему единого точного времени и эталонных частот.

Подсистема передачи навигационной и временной информации строится на основе действующих и перспективных сетей электросвязи (спутниковой, GSM, 3G, CDMA, Wi Fi, Wi Max, транкинговой (TETRA/APCO-25), радиорелейных и волоконно-оптических линий связи).

Потребительские подсистемы включают общегосударственные, отраслевые и региональные навигационные системы, навигационную аппаратуру потребителей.

В рамках соответствующих государственных систем будут созданы обеспечивающие деятельность ЕС НВО подсистемы. ■





# ТЕХНИКА И ОРУЖИЕ: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**В ходе показа вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), который был организован в рамках оперативного сбора командного состава Вооруженных Сил, участникам были представлены десятки новейших и перспективных образцов. На аэродроме в/ч 54804 должностные лица смогли не только ознакомиться с образцами техники и вооружения, недавно поступившими в войска, но и с тем, что появится в соединениях и воинских частях в ближайшее время.**

■ **ГЕОРГИЙ ПОТАПОВ**, Военное информационное агентство Вооруженных Сил Республики Беларусь «Ваяр»

– В Беларуси уделяется первостепенное внимание оснащению Вооруженных Сил, все мероприятия по перевооружению белорусской армии выполняются неукоснительно, – подчеркнул Министр обороны генерал-лейтенант Андрей Равков. – В этом вопросе налажено тесное взаимодействие с Государственным военно-промышленным комитетом Республики Беларусь. Наши оборонные предприятия на верном пути. Они производят действительно качественные и необходимые для Вооруженных Сил образцы вооружения и техники, которые поступают и будут поступать в войска. Участники оперативного сбора ознакомились с представленными образцами беспилотных авиационных комплексов различного типа и назначения, средствами подвижности вооружения, оптико-электронными комплексами прицеливания и наблюдения, средствами радиосвязи и передачи данных, комплексами радиоэлектронной разведки и радиоэлектронной борьбы, средствами отображения информации, ЭВМ специального назначения, системами дистанционного управления вооружением и другими ВВСТ.

В экспозиции был представлен практически весь спектр наработок в рамках модернизации и закупки ВВСТ за последние годы: новейшие образцы авиационной техники, вооружения радиотехнических войск, ракетных войск и артиллерии, войск радиоэлектронной борьбы, беспилотные авиационные комплексы белорусского производства, оружие и экипировка военнослужащих сил специальных операций Вооруженных Сил. Среди экспонатов – недавно поступившие на вооружение соединений и воинских частей нашей армии реактивная система залпового огня «Полонез»,

учебно-боевые самолеты Як-130, вертолеты Ми-8МТВ, радиолокационная станция «Противник», прицелы для бронетанкового вооружения «Сосна-2У» и «Манул», шасси МЗКТ-500200 и многие другие.

Некоторые из разработок, представленных на оперативном сборе, проходят исследовательские испытания и при подтверждении соответствия своих характеристик предъявляемым требованиям будут приняты на вооружение в ближайшем будущем.

Перспективные образцы, разработанные предприятиями оборонного сектора экономики Беларуси, вызвали большой интерес у участников мероприятия, ведь со многими из них офицерам-командирам придется работать уже завтра. О некоторых из них стоит рассказать более подробно. Так, около 20 организаций, входящих в систему Госкомвоенпрома и оборонного сектора экономики, представили на показе более 80 образцов продукции военного назначения.

В белорусской армии уделяется серьезное внимание закупке и модернизации средств радиоэлектронной борьбы. Без преувеличения, уникальной в этом направлении является разработка ОАО «КБ «Радар» – станция радиоэлектронной борьбы с беспилотными летательными аппаратами «Гроза-С». Отличительной особенностью этой станции является ее способность не только нарушать каналы связи беспилотника с командным пунктом, но и «обманывать» его средства навигации.

– Проблема противодействию БЛА стоит очень остро, – отметил начальник отдела ОАО «КБ «Радар» Сергей Жибуль. – Беспилотники все шире используются в различных вооруженных конфликтах. Причем применяются



Рисунок 1 – Реактивная система залпового огня «Полонез»



Рисунок 2 – Вертолет Ми 8МТВ





не только для разведки, но и для огневого поражения объектов. «Гроза-С» способна обнаруживать любые БЛА, которые имеют бортовые средства передачи данных, осуществлять радиоподавление линий управления и передачи данных. Но зачастую просто подавить каналы управления недостаточно, ведь аппарат может перейти на режим полета по навигационной системе и продолжить выполнять задачи. Поэтому в нашей разработке реализована возможность формирования дезинформирующих помех бортовой аппаратуре спутниковой навигационной системы GPS. Это позволяет управлять системой навигации объекта в своих интересах, «завести» его, куда необходимо. Таким образом, если БЛА попадает в зону действия «Грозы», он фактически обречен. Широкий спектр новинок и уже находящихся на вооружении белорусской армии образцов представили специалисты ГВТУП «Белспецвнештехника». Прежде всего это современные оптико-электронные изделия для бронетехники и стрелкового оружия, прошедшие цикл исследовательских испытаний.

Уже успел хорошо зарекомендовать себя в войсках дневно-ночной перископический прицел «Манул» для БТР-80 и БРДМ. Прицел устанавливается на штатное место бронетехники без каких-либо доработок и, что немаловажно, не требует дополнительной подготовки оператора. Он содержит ночную ветвь на ЭОП третьего поколения, что позволяет использовать вооружение БТР-80 в любое время суток. Специальный разъем позволяет, не снимая прицела с машины, изменить баллистические поправки, введенные в память прицела.

Большое будущее и у тепловизионного прицела РУМА-90. Он предназначен для круглосуточного пассивного обнаружения целей на поле боя и ведения прицельной стрельбы из 12,7-мм пулемета по целям на дальностях до 2 000 метров. Прицел обеспечивает 3,8-кратное увеличение, не нуждается в искусственной подсветке, не «ослепляется» световыми помехами, при использовании средств маскировки не обнаруживается системами «антиснайпер».

Шасси МЗКТ-500200 уже производится серийно и поступает на вооружение подразделений белорусской

армии. Настоящим боевым крещением для этого образца стали «Армейские международные игры – 2015»: в одном из конкурсов именно на этой технике достойно выступили наши минометчики. Она служит для перевозки как личного состава, так и систем вооружения по всем видам дорог и разведанной местности при температуре от  $-40$  до  $+50^{\circ}$  С. Полноприводное шасси МЗКТ-500200 способно развивать скорость до 95 километров в час, преодолевать брод глубиной до 1,8 метра.

Как отметил главный конструктор ОАО «МЗКТ» Василий Бурьян, в ближайшей перспективе предусмотрен и серийный выпуск в интересах сил специальных операций Вооруженных Сил легкобронированного автомобиля МЗКТ-490100. Новинка получила бронирование по 4-му классу защиты, что позволяет использовать ее для перевозки личного состава и вооружения в условиях повышенной террористической опасности. Бронеавтомобиль оборудован бортовой информационной системой, двигателем мощностью 215 л. с., он отличается повышенной проходимостью по пересеченной местности. Важной особенностью представленных ОАО «МЗКТ» образцов является то, что и шасси МЗКТ-500200, и легкобронированный автомобиль МЗКТ-490100 более чем на 90 % состоят из деталей отечественного производства.

В недалеком будущем ждет пополнение и арсенал средств идеологической работы. Речь о переносном портативном малогабаритном информационном центре «ПИК-2015», разработанном специалистами Минского научно-исследовательского приборостроительного института. Данный образец, по сути, является компактным аналогом подвижного информационного центра.

Как отметил представитель МНИПИ полковник запаса Александр Аладко, комплекс предназначен для информационного обеспечения деятельности войск (ротного и батальонного звена) в полевых условиях. Данное многофункциональное устройство может выполнять задачи теле- и радиообслуживания личного состава. В комплекте есть телевизионная и радиоантенна, мультимедийный проектор, встроенные колонки и разъемы для подключения внешних аудиоустройств, микшерный пульт, микрофон. Для создания и обработки



Рисунок 3 – Разработка Минского завода колесных тягачей – шасси МЗКТ 500200



Рисунок 4 – Первая белорусская бронированная машина МЗКТ-490100 с 10-местным кузовом





фото- и видеоконтента в «ПИК-2015» имеется цифровая камера, ноутбук, 3G-модуль позволяет передавать данные с использованием сети Интернет.

Достоинства этого образца — компактность и автономность. Он выполнен в пыле-, влаго-, ударопрочном корпусе из полипласта, оснащен роллерными колесами и выдвижной телескопической ручкой, благодаря чему может перевозиться одним военнослужащим. Аккумулятор обеспечивает непрерывную работу «ПИК-2015» на протяжении до четырех часов. Заряжаться он может из трех источников.

— Портативный информационный центр уже прошел «проверку боем» в ходе командно-штабного учения Вооруженных Сил, серьезных нареканий по его работе не было, — отметил Александр Аладко. — Все выявленные нюансы оперативно дорабатываются нашими специалистами, и уже в самое ближайшее время первые образцы будут переданы в подразделения для опытной эксплуатации.

\* \* \*

Учитывая изменения в формах и способах ведения вооруженной борьбы, в Госкомвоенпроме определено пять комплексных системных проектов (системы огневого поражения; средства подвижности систем вооружения; боевые авиационные комплексы военного и гражданского назначения; боевые геоинформационные системы; системы комплексного противодействия высокоточному оружию), которые реализуются организациями оборонного сектора экономики.

В рамках этих системных проектов сформированы (уточнены) направления разработок продукции военного назначения. Приоритет отдан развитию роботизированной и беспилотной техники, системам огневого поражения, средствам вооруженной борьбы, основанным на новых физических принципах, а также боевым легкобронированным автомобилям, созданным на базе единого колесного шасси, интегрированным с индивидуальными и групповыми боевыми системами военнослужащих и т. д.

В рамках реализации вышеуказанных требований будет продолжена работа по созданию современных и перспективных образцов вооружения для оснащения Вооруженных Сил.

#### *Наша справка*

Республика Беларусь делает ставку на мобильную армию с эффективным вооружением, под стать этому должна быть и военная техника, позволяющая обеспечивать подразделениям Вооруженных Сил защищенность, высокую мобильность, управляемость, возможность вести разведку и наносить точные огневые удары на большие расстояния.

В рамках выполнения комплексных системных проектов реализованы мероприятия, связанные с созданием

новых образцов вооружения, по следующим направлениям: боевые геоинформационные системы; система комплексного противодействия высокоточному оружию; оснащение войск (сил) беспилотными авиационными комплексами; система огневого поражения; развитие боевых систем сил специальных операций и Сухопутных войск.

С 2011 по 2015 год организациями оборонного сектора экономики самостоятельно и в кооперации созданы беспилотные авиационные комплексы, реактивные системы залпового огня, легкобронированные автомобили и средства подвижности вооружения, радиолокационные комплексы, комплексы средств автоматизации, средства разведки, радиоэлектронной борьбы, связи и многое другое.

Важнейшим итогом работы организаций оборонного сектора экономики стало создание новых перспективных видов вооружения.

Стоит отметить, что задача по созданию перспективных образцов и систем вооружения, военной и специальной техники решается сегодня Госкомвоенпромом комплексно: от создания разрозненных средств осуществлен переход к созданию систем вооружения, что должно существенно повысить их боевые возможности.

**vpk.gov.by**



**БелПлата**      тел. +375 17 287 85 66  
 факс +375 17 287 85 65  
 тел. моб. +375 29 684 43 09  
 220068, г. Минск, ул. Некрасова, 114,  
 оф. 238, 2 этаж, e-mail: info@belplata.by

**Разработка и поставка печатных плат:**  
 любой класс точности, широкий спектр покрытий, изготовление образцов от 5 дней.

**Поставка фотошаблонов**

**Поставка трафаретов:**  
 из нержавеющей стали и латуни.

**Материалы для печатных плат:**  
 защитные маски, маркировочные краски, фоторезисты, паяльные пасты.

**Поставка изделий из феррита:**  
 любые виды сердечников CI, EE, EEM, EP, EER, ETD, EC, EF, ED, EFD, EI, EPO, EPX, EPC и т.д.

**Поставка электронных компонентов:**  
 STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Vishay, Holtek Semiconductor.

**www.belplata.by**

УНП 190533632



# КОСМИЧЕСКИЕ «КУБИКИ» ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СПУТНИКОВ

**Совсем недавно освоение космоса было прерогативой сверхдержав, запускаящих в околоземное пространство свои сложные и дорогие аппараты. Но благодаря новым технологиям запуск спутника стал намного доступнее, и теперь уже не только передовые космические агентства, но и научные коллективы, небольшие страны и даже отдельные радиолюбители получили возможность отправить в неисследованные выси свое творение.**

■ **ПАВЕЛ БОКАЧ**, технический обозреватель

Конечно, нам пока далеко до предсказаний создателей фильма «Гостья из будущего», где аппараты в космос отправляют школьники в рамках учебной программы. Но разработка и отправка ввысь коммерческого спутника – это уже не фантазия, а вполне реальная услуга, которая становится по карману благодаря программе CubeSat («кубсат»).

Кубсаты – это новое веяние в космической электронике, встречающееся также под названием «наноспутники». Они изготавливаются в стандартных габаритах 1U (100 x 100 x 110 миллиметров), напоминают кубики и отсюда пошло их незамысловатое название.

Монтируются кубсаты на стандартном шасси-каркасе и собираются из готовых комплектующих, поэтому весь проект напоминает конструктор «для больших мальчиков». Спецификацию CubeSat разработала в 1999 году группа инженеров из Калифорнийского политехнического и Стэнфордского университетов. Они поставили перед собой задачу упростить создание сверхмалых спутников, используемых научными и образовательными центрами. Платформа стала настолько популярной, что большую часть спутников CubeSat разработали университеты в рамках своих проектов, да и маститые компании не остались в стороне. Например, целый ряд аппаратов создал концерн Boeing, он же начал производить набор комплектующих для этой платформы. В результате формат CubeSat стал доступен даже для создания частных радиолобительских спутников.

По мере усложнения электронной начинки габариты могут быть увеличены до различных версий (1U, 2U, 3U и даже 6U). При этом стандартные модули стыкуются в пакеты. Вес одного U-модуля ограничен 1,33 кг, что совсем немало, ведь современная электроника весит немного. Кубсаты габаритами 3U и выше – это серьезные конструкции, состоящие из трех и более кубов, объединенные в цилиндр.

Предлагалось ввести новые, более крупные модули CubeSat (200 x 200 x 300 миллиметров), что могло бы сильно увеличить потенциал платформы, но подобные конструкции намного дороже и по карману лишь серьезным заказчикам – фундаментальным исследовательским центрам и оборонке. А такие клиенты обычно не связаны рамками бюджета и обходятся без стандартных решений.

Миниатюрный формат платформы изначально был придуман ради снижения цены запуска килограмма веса на орбиту, поскольку такую мелочь всегда можно пристроить к уже готовым мощностям ракеты, запускающей научные или военные аппараты. Резерв мощности обычно позволяет взять «попутчика» и заработать на этом немного денег. Хотя стоимость выведения на орбиту кубсата и не может конкурировать с ценой вывода обычного спутника; сегодня это несколько десятков тысяч долларов. Но при объединении нескольких аппаратов в пакеты цена может стать еще ниже.

Обычно на вывод собирают пакеты из нескольких десятков «кубиков», делается это либо при помощи ракет, зачастую переоборудованных из снятых с вооружения боевых носителей, либо с борта грузового космического корабля, или даже с орбитальной станции. Подобные услуги предоставляют уже несколько компаний. Для вывода кубсатов разрабатываются даже специальные сверхмалые ракеты – наносистемы, но пока этим разработкам серьезную конкуренцию составляют устаревшие, а потому недорогие, баллистические ракеты.

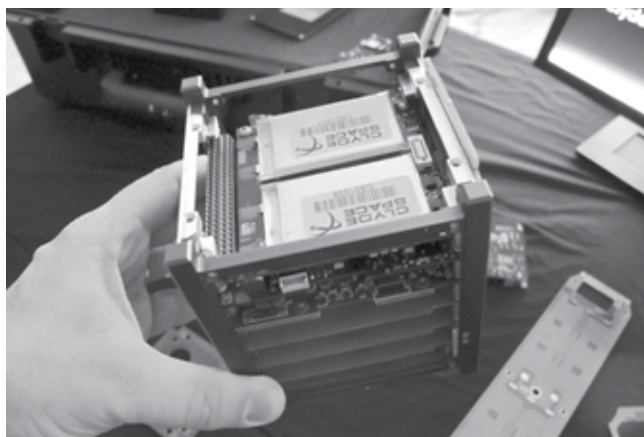


Рисунок 1 – Вот так выглядит готовый «наноспутник»

Стандартизация элементов позволила разработать своего рода конструктор, из готовых компонентов которого можно спроектировать основу будущего спутника, доработав в нем лишь те узлы, которые необходимы для решения конкретной задачи. Кубсаты обычно запускаются на самую низкую околоземную орбиту, где они находятся несколько дней или недель, а затем,





отработав свою программу, входят в атмосферу либо остаются летать в космосе. Эксплуатация на низких орбитах позволяет проигнорировать космическое излучение и применять недорогие электронные компоненты.

Корпуса кубсатов изготовлены из специальных сплавов на основе алюминия и имеют такой же коэффициент теплового расширения, что и корпус ракеты-носителя, а также проходят покрытие защитным слоем оксида алюминия.

### Устройство кубсатов

Ни один кубсат не обходится без бортового компьютера, контролирующего проводимые исследования. Он же управляет ориентацией спутника, подруливающими устройствами и коммуникациями. Бортовых компьютеров чаще всего устанавливают несколько, поскольку в космосе дублирование просто необходимо. Основной компьютер перераспределяет задачи на дублирующие, поскольку у спутника вычисления происходят непрерывно, а массив задач приличный – расчет орбиты и маневров, ориентация в пространстве, распределение задач, обработка изображений либо иной принимаемой информации, анализ, сжатие данных, связь с Землей.

Компоненты спутника, управляющие ориентацией, содержат двигатели, маховики, трекеры – механические компоненты, и контроллеры, управляющие их работой; также датчики Земли, Солнца, угловых скоростей, GPS-приемники и антенны. Эти стандартизированные компоненты систем используются в различных сочетаниях.

Например, датчики Солнца и звезд применяют для расчетов ориентации спутника, а датчик Земли нужен для проведения земных и атмосферных исследований. Солнечные датчики также помогают сориентировать солнечные батареи для получения максимальной энергии.



Рисунок 2 – Собранный из трех U-модулей спутник

Спутник на орбите подвергается радиационному нагреву от Солнца и Земли, а также необходимо утилизировать тепло, выделяемое его компонентами. Для защиты спутника предусмотрена термозащита и тепло-

отводящие слои. Для контроля температуры в системе предусмотрены термодатчики.

Немаловажную роль играет связь, антенна работает в диапазонах VHF, UHF, L-, S-, C- или X. Все они ограничены двумя ваттами излучаемой энергии, поскольку ресурсы спутника приходится экономить. По конструкции антенны могут быть спиральными, дипольными или монополюсными, хотя бывают и более сложные модели.

### Управление полетом и ориентация в пространстве

Мало просто забросить спутник на орбиту, необходимо еще его там стабилизировать, корректировать полет и иметь возможность менять траекторию – мало ли что может понадобиться в процессе реализации научной программы. Поэтому для кубсатов придумано множество различных движителей. Самые распространенные приводы – под действием холодного газа, химическое и электрическое движение, солнечный парус. Тяга на холодном газе требует хранения инертного газа (обычно азота) в резервуаре и выпуск его через сопло. Это самая распространенная и простая схема. Но этот способ пригоден не во всех случаях, а чаще всего для управления высотой полета. Разогнаться и поманеврировать на таком движителе не получится, зато он дает существенную экономию взлетного веса.

Основными двигателями являются системы химической тяги. Газ высокого давления получают в результате химической реакции, затем он выбрасывается через сопло – классическая схема реактивного движения. Такие двигатели очень надежны, но требуют большого количества расходуемых реагентов.

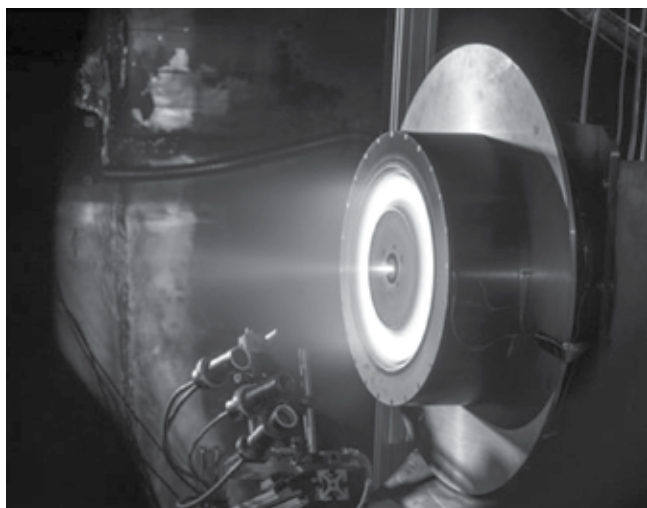


Рисунок 3 – Работа химического реактивного двигателя

Самый интересный из приводов – на электрической тяге. При помощи электричества заряженные частицы ускоряются до высоких скоростей. По этому принципу работают двигатели Холла, а также известные нам



из фантастических романов ионные и импульсные плазменные двигатели. Такая тяга сочетает высокий удельный импульс с высокой эффективностью, а главное достоинство – его компоненты легко поддаются миниатюризации. Конечно, электрическая тяга требует дополнительной мощности, поэтому приходится увеличивать площадь солнечных батарей и вводить лишние схемы питания, а это дополнительный вес конструкции. Поэтому электрический движитель применяют лишь на особо ответственных и долгоживущих спутниках.

Еще в кубсатах пробуют использовать солнечные паруса, которые вообще не нуждаются в топливе, но их эффективность на низких орбитах очень мала. Но благодаря малой массе спутника на высоких орбитах такой способ движения вполне приемлем.

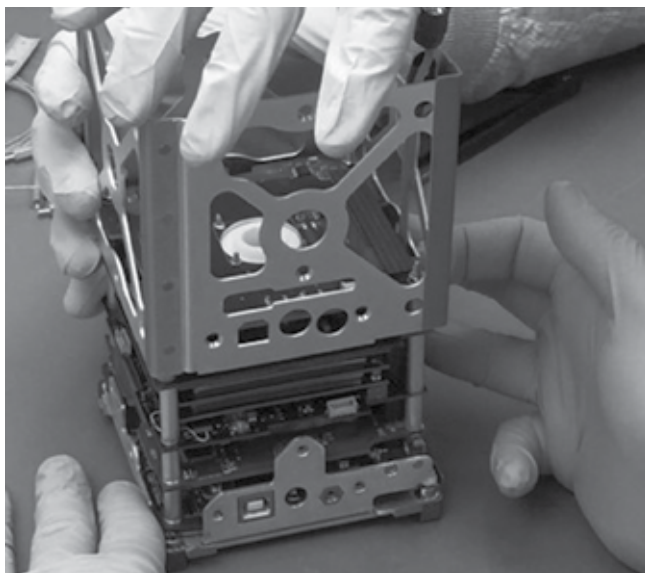


Рисунок 4 – Процесс сборки кубсата

Не так уж много кубсатов снабжают солнечным парусом, но это единственный из движителей, не требующий топлива и расходных материалов, поэтому интерес к нему не уменьшается.

### Для чего и как?

Кубсаты используются не только для исследовательских целей, но и выполняют сугубо практические задачи. К примеру, на базе наноспутников развернуты системы:

- автоматической идентификации и мониторинга морских судов;
- удаленных датчиков Земли;
- проверки долгосрочной жизнеспособности космических тросов;
- контроля биологических и радиологических параметров.

Вот пример использования наноспутников CubeSat, доставленных на МКС японским космическим грузовиком HTV-3 и запущенных 27 сентября этого года.

– Аппарат F-1 изготовлен радиолюбителями из Вьетнама, на нем находятся фотокамера, магнитометр и несколько датчиков температуры.

– Спутник FITSAT-1 разработан в Технологическом институте в Фукуоке (Япония), аппарат предназначен для проверки высокоскоростного радиопередатчика, созданного в институте.

– Спутник TechEdSat разработан НАСА и предназначен для технологических целей в настройке точной спутниковой радиосвязи.

– Аппарат WE-WISH построен японской компанией Meisei и несет на борту инфракрасную камеру для съемки поверхности Земли.

– Спутник RAIKO изготовлен в университете Тохоку и Вакаяма. Он предназначен для наблюдений за поверхностью Земли, в первую очередь для нужд сельского хозяйства.

В научной среде весьма уважительно относятся к этим малым спутникам, поскольку с их помощью получают огромный массив информации, причем результаты являются общим достоянием академического и научного сообщества.

### Новые двигатели для «космических кубиков»

Слабым местом всей программы CubeSat с самого начала были двигатели. Первые из запущенных аппаратов, начиная с 2003 года и до недавнего времени, были всего лишь неуправляемыми устройствами. Их вывод на орбиту требовал большой точности, поскольку корректировать полет было просто нечем. В следующих моделях стали появляться двигатели, но они, в силу своих малых габаритов, не могли развить необходимой мощности для полноценного движения в космосе. Максимум, для чего они пригодны – небольшие коррекции орбиты, ориентация спутника относительно Солнца и Земли, незначительная смена траектории для обхождения препятствий. Конструкторы бились над созданием полноценного двигателя для наноспутников.



**поставка электронных компонентов**

**контрактное производство**

УНП 190491237

тел.: +375 17 290 0082  
факс: +375 17 290 0084  
e-mail: info@horntrade.net



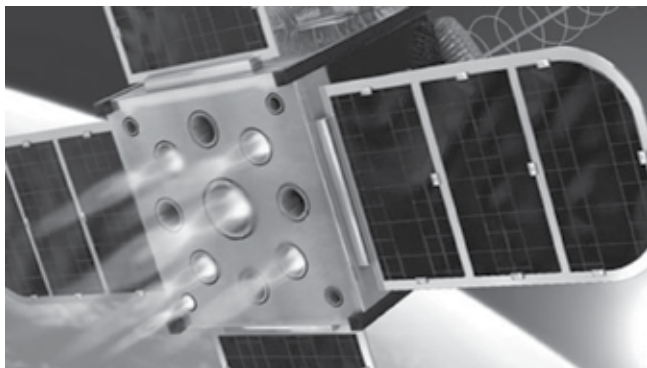


Рисунок 5 – Новая двигательная установка выполнена в виде отдельного модуля формата 1U.

В октябре 2016 года была испытана новая двигательная установка Cube Sat Propulsion Concept. Она позволит не только корректировать орбиту или ориентировать спутник антенной либо солнечными панелями в нужную сторону, но и перемещать аппарат на более высокую орбиту, совершать маневры и даже, при необходимости, пристыковаться к космической платформе, откуда аппарат может быть возвращен на Землю.

Отталкивались разработчики от классического реактивного двигателя, поскольку для движения в космосе проще пока ничего не придумано. Но нестабильные компоненты – топливо и окислитель, были заменены на новое химическое соединение. По сути получился твердотопливный двигатель. Под воздействием температуры инертный материал начинает окисляться и выделяет высокоэнергетические компоненты: водород, азот и кислород. Они смешиваются в камере сгорания и воспламеняются, создавая необходимую тягу, которая намного мощнее, чем у традиционных двигателей.

Для испытаний был изготовлен спутник со смонтированной шестидвигательной схемой. В реальных условиях разработка показала себя с лучшей стороны. Появление нового привода позволит решать еще одну проблему – сейчас на низких орбитах продолжают летать до нескольких десятков отработавших ресурс наноспутников, которые давно превратились в космический мусор. Теперь в конце своей работы их можно будет «утилизировать», отправляя в плотные слои атмосферы. При этом он может прихватить с собой и какой-нибудь пролетающий неподалеку обломок.

### Лазерные коммуникации

Специалисты НАСА и Aeospace разработали новую миниатюрную лазерную систему связи для работы на наноспутниках CubeSat. Первые из оснащенных новой системой уже работают на орбите, а команда поддержки настраивает и испытывает программное обеспечение

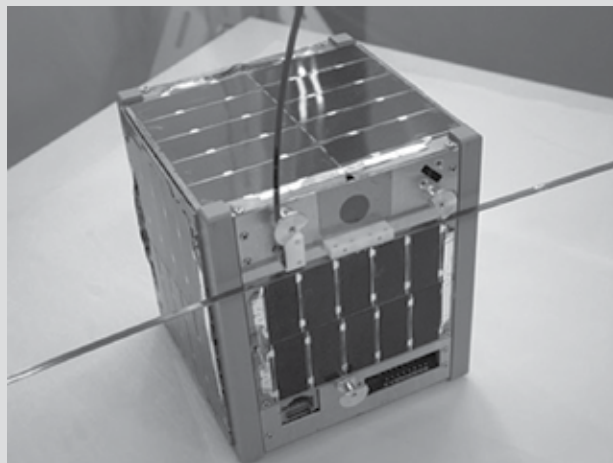
## КОНСТРУКТОР ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ СБОРКИ СПУТНИКА

Эндрю Калмэн работал в 1998 году в Стенфордском университете, консультируя профессора Роберта Твиггса – одного из разработчиков стандарта CubeSat. Калмэн занимался разработкой спутников для нужд своего ВУЗа. Но затем созрел для создания собственной компании Pumpkin, которая успешно вышла на рынок искусственных спутников.

По словам Калмэна, два десятилетия назад мало кто толком мог объяснить, для чего дома может понадобиться компьютер. Сейчас большинству людей трудно понять, для чего нужен собственный спутник. Однако компания, в которой работают всего 4 человека, стала крупным мировым поставщиком наборов для сборки сверхлегких модулей, соответствующих спецификациям CubeSat.

Средняя цена такого набора около 7500 долларов и компания Pumpkin готова наладить не только штучное, но и массовое производство дешевых спутников. Дело лишь за появлением массового спроса. При такой низкой стоимости желающие наблюдать из космоса за ураганами и торнадо, принимать сигналы радиолюбителей со всего мира или заниматься поисками сигналов от инопланетян обязательно найдутся.

До появления программы CubeSat космическая электроника была территорией освоения миллиардных бюджетов. Но стоило компании Эндрю Калмэна продать свой первый набор для сборки спутника маленькой обсерватории в Боготе (Колумбия), как во всем научном мире возник ажиотажный спрос – коллективы, никогда не имевших дела со спутниками в силу отсутствия средств, вдруг получили возможность расширить свои исследования. Сейчас основные покупатели Pumpkin Inc. – университеты, которые на базе платформы CubeSat предлагают решения для слежения за кораблями в океане, изучения молний и радарных волн в верхних слоях атмосферы, наблюдения за погодой и мониторинга лесных пожаров.



Один из первых спутников, изготовленных компанией Pumpkin



Калмэн адаптировал для наноспутников операционную систему, разработанную им для гоночных машин, время изготовления аппарата удалось сократить до нескольких недель. Это стало возможно благодаря новому подходу к космической электронике: Калмэн изначально рассматривал свои творения не как уникальное техническое решение, а обычный бытовой прибор. Вместо специализированных комплектующих класса «спейс» были использованы обычные недорогие комплектующие, стандартные процессоры и модули памяти, SD-слоты для карт и другие детали из магазина радиотоваров.

Эндрю Калмэн заявляет: «Изготовители спутников покупают дорогущее оборудование, спроектированное 15 лет назад. У нас другой подход: надо использовать штампованные детали. Зачем тратить 1000 долларов на память, когда работающий аналог продается за 2».

Калмэн уверен, что наноспутники, доступные каждому, – это настоящий прорыв в освоении космоса. Сейчас его компания продает в год около 280 наборов. Конечно, им трудно составить конкуренцию таким гигантам, как Lockheed Martin или Boeing, ведь это скромный бизнес с доходами порядка миллиона долларов в год. Тем не менее, маленькие спутники уже делают свое большое дело.

[pumpkininc.com](http://pumpkininc.com)

для устойчивой работы систем ориентации спутников и наведения лазерной системы на наземную приемопередающую станцию.

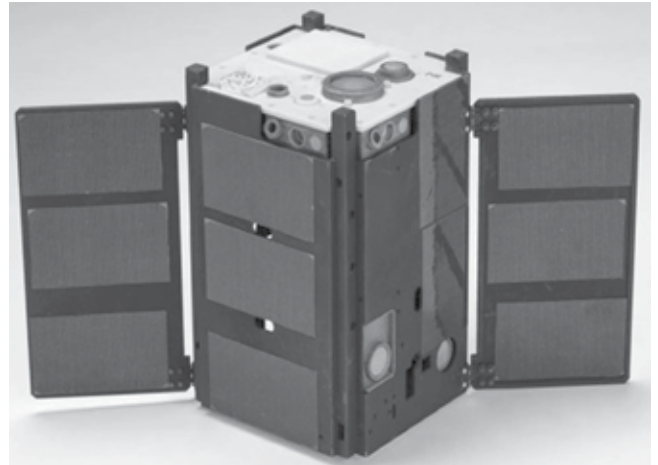


Рисунок 6 – Наноспутник с лазерной коммутационной системой связи

Аналогичная система связи применяется на Международной космической станции, но в кубсатах пришлось все компоненты предельно миниатюризировать. В лазерной системе отсутствуют механические приводы – шарниры, карданы и двигатели, лазер жестко закреплен на корпусе спутника и наведение производится ориентацией самого спутника в нужном направлении. Благодаря упрощенной схеме цену коммутационной системы удалось снизить в десятки раз.

Естественно, не только передачей данных, но и управлением перемещениями спутника, «занимается» мощный бортовой компьютер. Скорость передачи данных теперь, по планам создателей, будет достигать 200 мегабит в секунду. Пока такой скорости получить не удалось, поскольку в расчет следует принимать еще и прозрачность атмосферы. Но в целом специалисты довольны результатами испытаний.

В рамках программы испытаний на орбиту будут отправлены сразу шесть спутников, поскольку предстоит отработать не только устойчивую связь с Землей, но и надежную коммутацию между спутниками. До сих пор «кубсаты» работали поодиночке, а новая технология связи позволит объединять их в группы, выполняющие задание совместно.

Посредством лазерной коммуникации может быть произведена орбитальная стыковка нескольких спутников и объединение их в кластер, что позволит не выводить сразу большие спутники, а собирать нужную конфигурацию из отдельных компонентов прямо в космосе.

**При подготовке статьи использовалась информация с сайтов: [hi-news.ru](http://hi-news.ru), [dailytechinfo.org](http://dailytechinfo.org), [wikipedia.org](http://wikipedia.org), [nasa.org](http://nasa.org), [cubesatshop.com](http://cubesatshop.com)**

**Качество и компетентность в мире печатных плат**

**ОАО «Минский часовой завод»**

**ВАШ НАДЕЖНЫЙ ИЗГОТОВИТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

220095, г. Минск, пр. Независимости, 95, т./ф. +375 (17) 280-49-55, моб. +375 (29) 750-45-50, [bogdashich@mail.ru](mailto:bogdashich@mail.ru)

**Срок изготовления от 2 дней до двух недель 12 дней**

**Типы плат**

- ДПП, МПП (до 24 слоев) любого класса точности
- Гибкие печатные платы
- Платы для ВЧ/СВЧ
- Платы на алюминиевой подложке
- Платы для смарт-карт

**Возможности**

- Проектирование плат
- Технологическая поддержка
- Покрyтия: HASL, иммерсионное золото, иммерсионное олово, ПОС, Ni-B
- Формирование контура любой формы
- Материалы: FR-4, Rogers, Duroid, алюминий, лавсан

**Качество**

- Сертификат соответствия ВУ/112 05.01.0030030

УНП 100230391



# ЛУННАЯ ГОНКА ЗА ЛУННОЙ ЭЛЕКТРОНИКОЙ

**Американцы, если верить официальной версии, высадились на Луну в 1969 году. Накануне этого полета по обе стороны океана разгорелась настоящая гонка технологий. Было ясно – кто будет первым на Луне, тот и станет технологическим лидером планеты на ближайшие десятилетия. Сейчас история повторяется, только теперь в гонке уже не два участника, а целых три – Китай делает серьезную ставку на свою космическую программу.**

■ **ПАВЕЛ БОКАЧ**, технический обозреватель

Вопрос технологического лидерства вновь обострился, и спустя почти полвека началась новая борьба за Луну. НАСА ускоренными темпами проектирует двигатели для нового полета, а Россия, в свою очередь, заявила, что первый россиянин ступит на поверхность спутника Земли уже в 2031 году. Об этом сообщил гендиректор Ракетно-космической корпорации «Энергия» Владимир Солнцев.

*«После 2025 года намечается начало полетов к Луне, начало привыкания к этому спутнику. 2026 год – беспилотный облет Луны, в 2027 году мы запускаем взлетно-посадочный модуль на орбиту Луны»,* – сказал он. При этом посадка лунного модуля будет проходить в автоматическом режиме.

*«В 2029 году – беспилотный полет нового корабля на орбиту Луны. В 2030-х годах мы ставим себе задачу пилотируемого полета на Луну, в 2031 году – высадки на Луну»,* – добавил Солнцев.

Сейчас «Энергия» разрабатывает взлетно-посадочный модуль, активно сотрудничая с коллегами из Европы и США. Подтверждает слова коллеги и исполнительный директор по пилотируемым космическим программам госкорпорации «Роскосмос» Сергей Крикалев. Он сообщил, что российская лунная база может быть построена

в период с 2030 по 2035 годы. Правда, «Роскосмос» не планирует создавать на Луне полноценное поселение, речь идет о научной лаборатории, где работа будет проводиться вахтовым методом. Главная задача проекта – прояснить множество неизученных моментов, касающихся нахождения человека на Луне, в условиях пониженной гравитации.

В 2015 году Россия сократила финансирование своих лунных программ, однако о полном их прекращении речь не идет, поскольку Луна – лакомый кусочек, за который уже разгорается нешуточная борьба. Поэтому пилотируемый полет к спутнику Земли – задача приоритетная. Россия планирует «застолбить» за собой Южный полюс Луны, поскольку существуют постоянно затененные области, содержащие лед. Дно кратеров Южного полюса никогда не освещаются Солнцем и именно там, по мнению ученых, содержится вещество, появившееся на раннем этапе формирования Солнечной системы. Кроме того, лед может стать не только источником воды, но и кислорода. Тогда эти два жизненно важных компонента не придется завозить с Земли.

## Китай – лунная держава?

Лунная программа в Поднебесной началась в 2007 году. Когда у США и России технологии лунных программ оставались на уровне 60-70-х годов, Китай активно начал скупать космические технологии и дорабатывать их для своих нужд. В результате сейчас это единственная страна мира, которая может себе позволить самостоятельно развивать космонавтику. Все остальные «игроки» космического рынка – США, ЕС, Россия – не имеют возможности осуществить такие расходы и вынуждены кооперироваться.

Результаты не заставили себя ждать: в 2013 году по поверхности нашего естественного спутника бодро прокатился первый китайский луноход «Нефритовый заяц». Лунный корабль доставил на орбиту тяжелый ракетноноситель «Великий поход-3Б».

Генеральный директор «НПО им. С.А.Лавочкина» Виктор Хартов в интервью газете «Известия» рассказал, что в сфере орбитальной стыковки и создания стыковочного оборудования Китай уже опередил и США, и Россию. А поскольку предыдущий опыт полетов, хоть



Первый на Луне – Нил Армстронг. Фото НАСА





Запуск ракеты-носителя «Великий поход»

и имеет свою ценность, но вовсе не гарантирует пожизненного лидерства, все страны нынче находятся примерно в равных позициях: все технологии нужно создавать практически с нуля, с учетом новых материалов и результатов исследований.

Между тем Китай уже готовит отправку на поверхность Луны нового лунохода, следующий «нефритовый заяц» будет работать от солнечных батарей, иметь массу в 120 кг, а современные электродвигатели позволят ему развивать скорость в 200 км/ч, преодолевая подъемы до 30 градусов.

Китайские покорители космоса взяли на себя обязательства к 2020 году посадить на Луну первого «китайконавта» и успешно движутся к этой цели. В дальнейших планах Поднебесной построить в ближайшее время собственную орбитальную станцию, а к 2025 году – постоянную обитаемую базу на Луне. И сотрудничества ни с кем в этом вопросе не ищет, напротив, все космические программы осуществляет министерство обороны Китая, охраняя все свои секреты и переманивая ученых из разных стран.

То, что Китай нынче вывел на орбиту, скромно именуется «стыковочным узлом» Тяньгун-1, размеры его обитаемого отсека всего 15 кубометров, а длина –

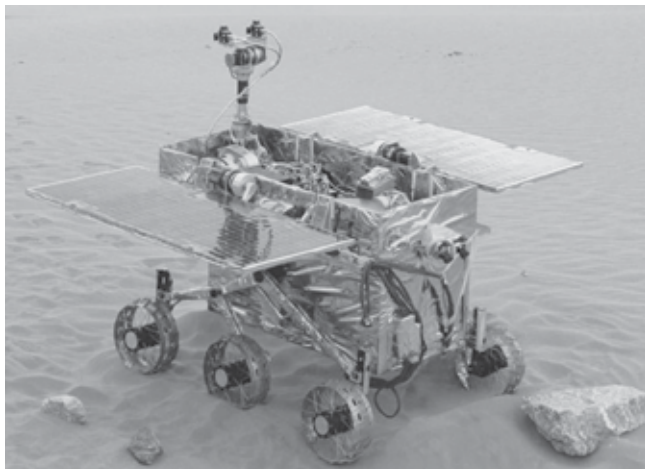
10 метров. По сути это хоть и небольшая, но полноценная орбитальная станция, имеющая намного больше составляющих, чем было у американской «Скайлаб» или у советского «Мира» – полный комплект узлов стыковки и ориентации, маневровые двигатели, современная система жизнеобеспечения. На базе этого «стыковочного узла» можно развернуть мощную орбитальную станцию, о чем и заявляет официальный Пекин. В 2018 году Китай планирует развернуть на орбите постоянно действующую станцию, и она будет незначительно уступать по габаритам (но не по возможностям) международной станции. Рабочий цикл МКС по плану должен завершиться в 2020 году и на орбите останутся одни «китайконавты».

### Полезные ископаемые Луны

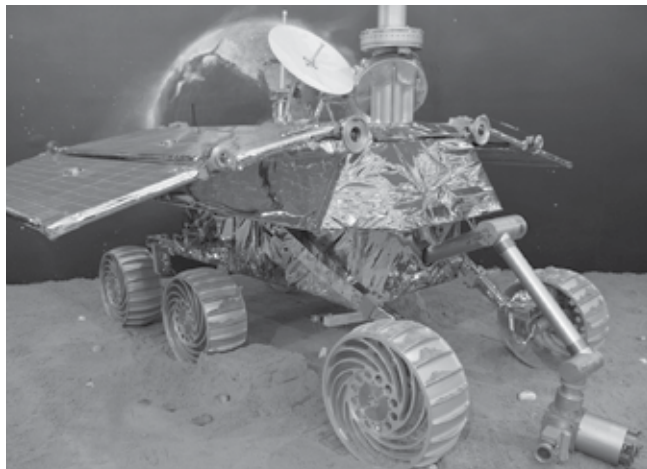
Ради чего прилагается столько усилий, тратятся огромные деньги, привлекаются человеческие ресурсы? Какую прибыль принесет освоение Луны? Оказывается, огромную! Луна богата гелием-3, который может стать топливом для уже существующих в виде прототипов новых реакторов. Но не только ради гелия идет такая напряженная гонка.

Ископаемые на Луне – тема, на которую не принято много говорить, тем не менее, результаты исследований грунта показали, что осмия, платины, палладия на нашем спутнике в тысячу раз больше, чем на Земле. Содержатся там и такие элементы, как калифорний, его стоимость составляет 6,5 миллионов долларов за грамм. Один лишь «геологический» зонд способен окупить всю лунную программу на десятилетия вперед. Добыча на Луне редкоземельных металлов оценивается, по самым скромным прикидкам, порядка 40 000 долларов за килограмм. Это в тысячи раз дешевле, чем на Земле.

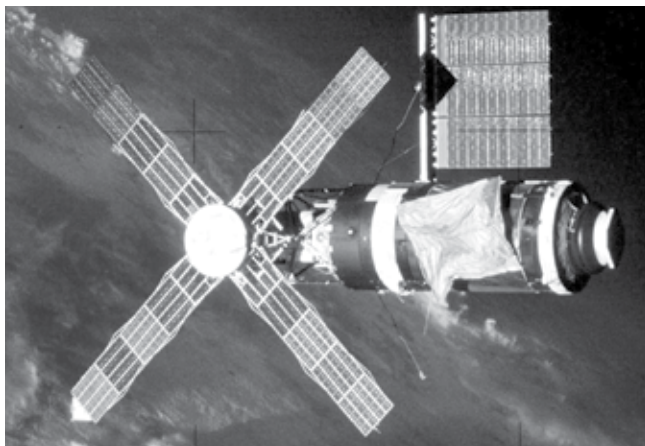
В китайских программах открытым текстом декларируется осуществить промышленную добычу редкоземельных металлов и металлов платиновой группы к 2030–2035 году. Особое внимание планируется уделить калифорнию. Его критическая масса всего 5 грамм, а это позволит создать сверхкомпактные реакторы огромной мощности,



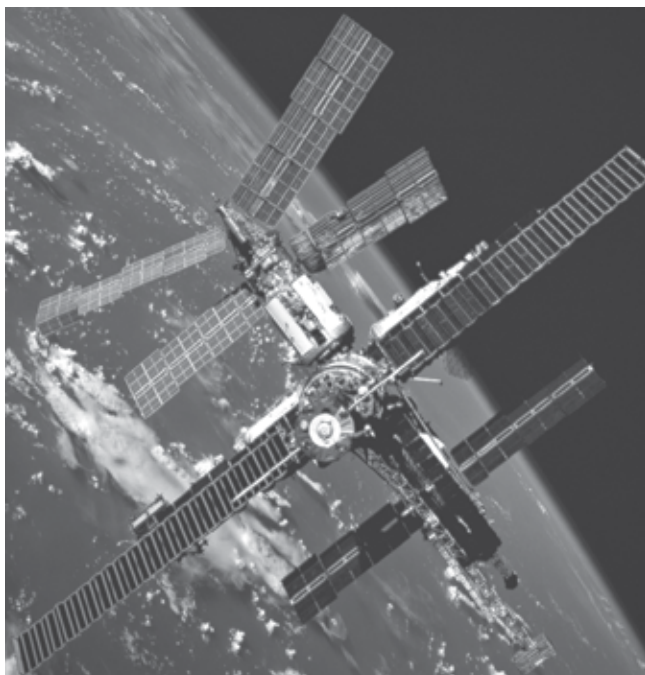
Китайский луноход «Нефритовый заяц»



Прототип следующего «Нефритового зайца»



Орбитальная станция «Скайлэб» (США), предназначенная для технологических, астрофизических, медико-биологических исследований, а также для наблюдения Земли. Запущена 14 мая 1973 года, приняла три экспедиции на кораблях «Аполлон» с мая 1973 по февраль 1974 года, сошла с орбиты и разрушилась 11 июля 1979 года.

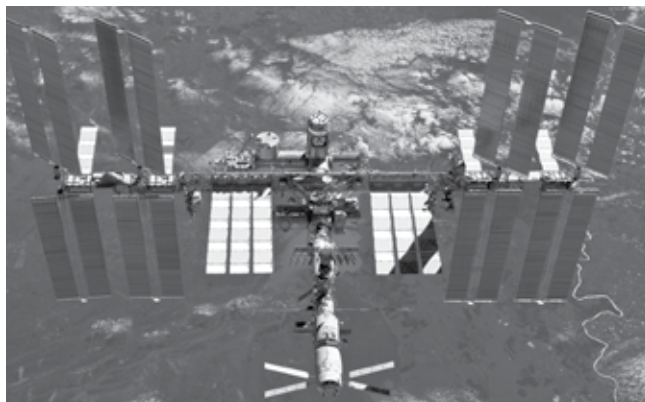


Орбитальная станция «Мир» (СССР) пилотируемая научно-исследовательская орбитальная станция, функционировавшая в околоземном космическом пространстве с 20 февраля 1986 года по 23 марта 2001 года. Провела 5511 суток на орбите Земли, из них 4594 дня была обитаема, совершив 86 331 оборот вокруг планеты. На станции побывали 104 космонавта из 12 стран в составе 28 экспедиций.

упрятанные в габариты обычной батарейки, не говоря уже о ядерных боеприпасах огромной разрушительной силы.

### Лунные заводы

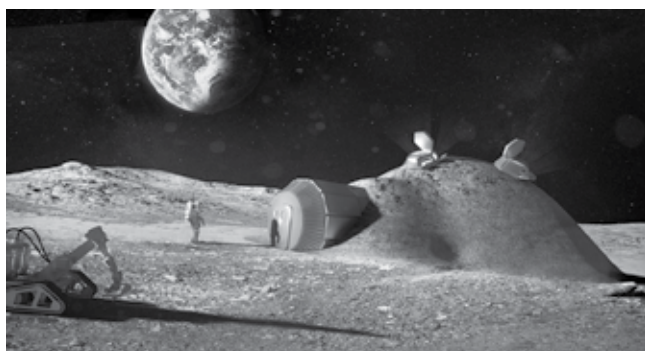
Еще одна перспектива развития лунной программы – размещение заводов по производству полупроводников и микросхем. Один лишь автоматический зонд способен доставить оттуда сотни килограммов груза, а это мил-



Международная космическая станция МКС – пилотируемая орбитальная станция, используемая как многоцелевой космический исследовательский комплекс. Совместный международный проект, в котором участвуют 14 стран.



Китайский «стыковочный узел» Тяньгун-1



Совсем недавно подобные картины художников-фантастов казались утопией, а теперь их уже стоит рассматривать как эскизный проект лунных поселений.

лионы деталей, готовых отправится на производство. Причем изготовленных из сырья, добываемого прямо на Луне, в стерильных условиях.

Очевидный экономический эффект усугубляется еще и отсутствием экологических претензий, местных налогов, зато при наличии бесплатной солнечной энергии. Обслуживание подобных заводов будет намного дешевле, чем содержание их на Земле. Китайские экономисты давно это подсчитали, потому Поднебесная с таким размахом и проводит свою космическую программу. Пройдет немного времени, и на китайских смартфонах может появиться пометка «Сделано на Луне. Китай».

**При подготовке статьи использовались материалы сайтов: [roscosmos.ru](http://roscosmos.ru), [funtecs.ru](http://funtecs.ru), [russian.news.cn](http://russian.news.cn), [ufo-com.net](http://ufo-com.net)**





# КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В БЫТУ

**В кругах, далеких от космонавтики, высказывается мнение, что от освоения космоса простым людям нет никакого прока, а огромные деньги, расходуемые на эту сферу, можно использовать на более «земные» вещи, например, на ремонт дорог или увеличение зарплаты. Такие заявления иногда вызывают возмущение, и вот почему...**

■ **ПАВЕЛ БОКАЧ**, технический обозреватель

Ну, во-первых, улучшением жизни заниматься действительно необходимо, но ведь деньги, вкладываемые в космонавтику, не складываются в космическом аппарате и не отправляются на орбиту. Они расходуются на развитие новых отраслей, разработку аппаратуры «двойного назначения», зарплаты огромного числа людей, занятых в сфере.

Во-вторых, в результате всей плодотворной работы космической сферы в нашу жизнь входят новые технологии, еще вчера казавшиеся сугубо космическими. Вот на обзоре некоторых из них хотелось бы и остановиться. Представим себе, что не было бы у нас космонавтики. Каких возможностей, доступных сегодня каждому, мы бы лишились?

## Навигация, телевидение и коммуникации

Вероятно, это самый очевидный пример применения в быту космических технологий. Нынче у каждого второго в машине установлен навигатор, подсказывающий человеческим голосом, куда ехать. Всевидящее «космическое око» следит за тем, чтобы мы не заблудились. А придя домой, включаем свой любимый телевизор и смотрим новости со всего мира. При этом мало кто задумывается, что устойчивую трансляцию нам обеспечивают многочисленные спутники связи. Благодаря им можно оперативно получить «картинку» о событиях в любой точке мира. А поставив у себя на крыше тарелку, можно смотреть телевидение в любом захолустье. Да и интернетом воспользоваться!



Ну и конечно, сотовая связь. В пределах одного города она неплохо обходится обычными вышками-ретрансляторами, но если нам понадобится позвонить в другой город или в другую страну – тут уже без спутника связи не обойтись.

## Спутниковые карты

Думаете, что Яндекс Картами или Google Maps пользуются только, чтобы найти дорогу из пункта А в пункт Б? Тогда вы ничего не знаете об этой технологии! Картами, составленными при помощи спутников, пользуются крупные строительные и монтажные организации, определяя с их помощью границы участков, расстояния, расположение трубопроводов и ЛЭП. МЧС проводит спутниковый мониторинг, своевременно реагируя на лесные пожары и стихийные бедствия. Авиакомпании корректируют маршруты своих рейсов, чтобы уменьшить шумовое воздействие на жителей крупных городов, не попасть в зону действия радиопомех от наземных объектов или случайно не оказаться над районами, которые военные решили «закрыть» от нежелательных наблюдателей.



Кстати о военных. Именно ради них и начали делать эти карты. Причем те, которыми пользуются наши защитники, на порядок точнее тех, что выложены в общем доступе.

## Тефлоновые покрытия

Про тефлон ходит много легенд. Самая известная из них – о том, что этот материал был обнаружен в 1947 году при изучении рухнувшего в Розуэлле (США) космическим корабле инопланетян, а затем удачно скопирован. На самом деле он был создан в 1938 году в одной из лабораторий американской компании Дюпон, работавшей над новым материалом по заказу военных. Доктор Рой Планкетт утверждает, что открыл состав случайно, когда под сильным давлением заморозил тетрафторэтилен. У него получился воскообразный белый порошок, который при изучении удивил материаловедов нестандартными свойствами.





Аналогичным путем двигались и советские химики, которые независимо от своих американских коллег совершенно неслучайно в 1949 году сумели синтезировать материал с заданными свойствами. Только патентовать название не стали, а назвали попросту «политетрафторэтилен» или «фторополимер».

У тефлона очень низкий коэффициент трения; материал весьма устойчив к воздействию агрессивной химии; противостоит ферментам и микробам; способен выдерживать как очень высокие, так и очень низкие температуры; очень прочен и не боится воды – не теряет своих свойств даже после многолетней эксплуатации в водной среде.

Первыми применение тефлону нашли инженеры, работавшие по заказу военных – без фторополимерных уплотнителей и герметиков вся ракетная техника, работающая на весьма агрессивном топливе, была бы невозможна. А вскоре и в других сферах, связанных с военной и космической техникой, начали использовать перспективный материал.



До кухни тефлон дошел благодаря жене Роя Планкетта – доктор решил сделать супруге подарок и нанес секретный полимер на поверхность сковородки, которая обрела свои знаменитые антипригарные свойства. Химик незамедлительно запатентовал свое изобретение и в 1956 году начал выпуск сковородок. До нас они дошли лишь в 80-е годы, благодаря запрету на экспорт из США всего, что связано с космической техникой.



В наше время тефлон применяется не только в космонавтике, на утюгах и сковородках, но и при

производстве подшипников, в поршневых кольцах автомобилей, прокладках двигателей, при уплотнении трубопроводов для агрессивных жидкостей и газов. Материал также незаменим для электроизоляции, защитных покрытий особо ответственных деталей. Например, в авиационной технике тефлоном покрывают электрические схемы для защиты не только от высоких, но и от низких температур. Тефлоном пропитывают кровельные ткани, применяемые для покрытия стадионов или иных крупных сооружений. Но самое массовое применение этого уникального материала – нефтяная промышленность. Тефлоновой пленкой покрывают изнутри тысячи километров магистральных трубопроводов, по которым перекачивается нефть – такое покрытие надежно предохраняет трубы от парафиновых отложений и снижает затраты на перекачку.

### Застежки

Мы так привыкли использовать в своей одежде застежки «молнии» и «липучки», что даже не задумываемся, насколько тяжело было бы обходиться без них. «Молнию» изобрели еще до Первой мировой войны – в 1914 году, но потребности в ней не было еще много лет, и лишь благодаря модным кожаным курткам авиаторов она стала очень востребованной. А с «липучкой» все случилось намного проще – изобретение было запатентовано в 1948 году, но востребовано стало лишь, когда понадобилось разработать одежду для космонавтов. Вот тогда-то и вспомнили и «липучку», и «молнию».



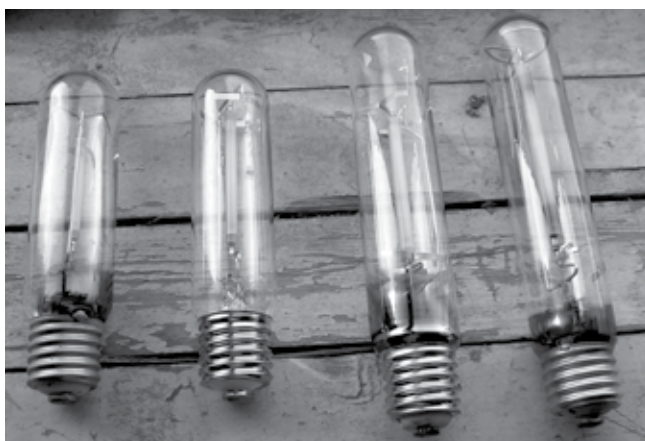
Именно эти два вида застежек применяются в космических нарядах. А при помощи «липучки» еще и крепятся термоизоляционные защитные покрытия на космических кораблях. Именно благодаря космонавтике эти популярные застежки не были забыты и нашли свое широкое применение в быту.

### Городское освещение

Пару десятилетий назад наши улицы были освещены бледными люминесцентными лампами. А автомобильных фар с «дневным» спектром света не существовало,



все фары светили желтоватым светом. При движении в ночное время по улице, освещенной «дневными фонарями», длина волны света фар не совпадала с уличным освещением. В результате водитель видел перед собой не освещенную хорошо улицу, а марево, похожее на легкий туман. Такая игра света было опасной для участников движения, но заменить лампы было нечем – лампы накаливания слишком энергоемкие и срок их службы маловат для уличного освещения. Потребность в новых лампах стала настолько актуальной, что дорожные службы получили «добро» на внедрение в уличное освещение секретной космической разработки, созданной в проекте «Энергия-Буран».



Натриевые газоразрядные лампы, имеющие желто-оранжевый спектр свечения, высокую яркость и большой ресурс службы (не менее 28 тысяч часов), до появления светодиодного освещения, были самыми экономичными и их производство удалось наладить на имеющихся технологических линиях. Правда, главным их недостатком является мерцание, поэтому применять новинку решили лишь в уличном освещении. И до появления светодиодных ламп с высокой светоотдачей альтернативы у натриевых газоразрядных ламп практически не было.

### Термобелье и обувь

Гулять в морозы без теплого белья люди перестали давно, первые промышленные образцы утепленных кальсон и рубашек появились в армиях мира еще в XVIII веке. И если хлопок и шерсть справлялись с этой нагрузкой на уровне земли, то с появлением авиации проблема начала приобретать свою актуальность. Накануне Второй мировой войны лаборатории всех развитых стран работали над созданием нового утеплителя.

Первые образцы синтетических тканей появились именно в них. В 1935 году американскому химику де Немуру удалось синтезировать первую искусственную полиамидную цепочку. Из этого открытия родился материал, названный нейлоном. В 1940 году англичанами Винфилдом и Диксоном были созданы полиэстеровые волокна, которые превзошли по характеристикам ней-

лоновые. Де Немур продолжил свои исследования, и в 1957 году появились первые термостойкие арамидовые волокна. Именно на их основе появился новый сверхпрочный материал – кевлар.

СССР пошел своим путем: куртки для летчиков шили из толстой кожи, а утепляли натуральным мехом, а первые космонавты путешествовали в одежде, утепленной гагачьим пухом. При неоспоримых достоинствах у него есть существенный недостаток – по сути, это одноразовый утеплитель, при попытке постирать его материал приходит в негодность. Между тем продолжительность космических полетов увеличивалась, и требовался новый материал для защиты космонавтов от переохлаждения.



В конце 1960-х годов был предложен целый ряд новых синтетических материалов, которые проходили проверку в условиях, приближенных к космическим. К 1976 году сформировался комплексный подход к утеплению – был разработан «пакетный» материал, состоящий из различных компонентов. Полипропилен, полиэстер и акрил, расположенные в различных сочетаниях, выводят влагу из одежды, а не впитывают ее. Человек в таком термобелье не потеет, поэтому опасность получить простуду исключена.



Кроссовки тоже сильно связаны с космическими технологиями. Конечно, придумали их не для космонавтов, но в конструкции современной спортивной обуви применяют специальную полиуретановую пену, разработанную по заявке НАСА для обуви, в которой ходят астронавты. Так что и здесь без космонавтики не обошлось.

### Солнечные батареи

Панели солнечных батарей стали уже настолько привычными, что никого не удивляют. Между тем это – на 100 % космическая технология. Первые солнечные батареи были созданы для электроснабжения спутников, и их эффективность на поверхности Земли была близка к нулевой. Но технология не стоит на месте – по мере увеличения энергоемкости космических аппаратов появлялись и новые солнечные батареи.



Первые солнечные батареи в быту появились в калькуляторах – маленькое окошечко полностью обеспечивало работу устройства на весь срок службы. Теперь солнечные батареи ставят не только на крышах домов, не только встраивают в смартфоны и телефоны, но даже размещают на крышах машин и пытаются перевести на солнечную тягу транспорт.

### Медицинская техника



Наверное, ни на одну сферу нашей жизни не оказала такого большого влияния космонавтика, как на медицину. Самый простой пример: коррекционные костюмы для детей, больных ДЦП, разработаны на базе каркасных костюмов, применяемых космонавтами для поддержания мышечного тонуса в условиях невесомости.

Огромное количество медицинских экспериментов входит в программу каждого космического полета. По результатам этих исследований появляются новые приборы, лекарства, аппараты и технологии. Например, дистанционный мониторинг за здоровьем, который становится все популярнее, был разработан для контроля за здоровьем космонавтов.



А теперь можно приобрести медицинский браслет с набором биометрических датчиков, установить на своем смартфоне специальное приложение – и личный доктор всегда на страже вашего здоровья!

### Фильтруем воду

Кухонные фильтры с картриджем, содержащем ионы серебра, появились в быту не сразу. Проблема питьевой воды на космических станциях была очень злободневной. Запас воды хранился длительное время, что создавало благоприятную среду для развития бактерий.



Вот тут и вспомнили свойства серебра – достаточно погрузить в емкость с водой серебряный крест, как ионы серебра надежно защитят жидкость от затхлости и цветения. В результате сейчас на МКС используется примерно такой же фильтр, как и тот, что можно увидеть у нас на кухне.

### Цифровые камеры

Венец космических технологий наших дней – появление цифровых камер. Конечно, рано или поздно цифровые видеокамеры и фотоаппараты все равно были бы изобретены и вошли бы в нашу жизнь, но это могло бы случиться лет на 10, а то и 20 позже. Но с появлением спутников-шпионов появилась необходимость не только фотографировать поверхность Земли из космоса, но и надежно передавать отснятый материал. Цифровые технологии в этом были вне конкуренции. Так началось развитие процессов, которые и привели к появлению цифрового фото и видео. И неудивительно, что самые передовые разработки на этом поле пришли к нам из США – к моменту зарождения этой технологии СССР уже перестал существовать.



\* \* \*

Этот обзор технологий, сошедших к нам из космических вышей, убедительно доказывает, что расходы на космонавтику не напрасны, и в ближайшем будущем мы увидим много такого, о чем пока можем лишь мечтать. ■





# НОВОСТИ С ОРБИТЫ

## Спутники связи нового поколения и системы наблюдения за космосом

В ближайшее время в России планируются к запуску космические аппараты связи нового поколения, как на геостационарной, так и на высокоэллиптической орбите, идущие на смену существующим, – заявил Начальник Главного управления связи ВС РФ генерал Арсланов. Современная элементная база, аппаратное и программное обеспечение делают спутники нового поколения гораздо более помехозащищенными по сравнению с космическими аппаратами предыдущего поколения. Кроме того, у них значительно выше скорость передачи данных. На сегодняшний день на орбите используется более трех тысяч станций спутниковой связи различного назначения. ВКС России сообщило, что военные планируют развернуть на орбите Земли группировку радарных спутников разведки из пяти космических аппаратов. Первый спутник-радар с активной фазированной антенной решеткой планируется вывести на орбиту в 2019 году.

Новая система радиоэлектронного наблюдения разместится на орбите высотой порядка двух тысяч километров. Она позволит военным «видеть» живые изображения на земле в субметровом разрешении. Капризы погоды не должны повлиять на качество передаваемой информации. Спутники-радары должны составить точнейшую 3D-модель Земли, необходимой для полетных заданий крылатых ракет.

Кроме орбитальной группировки спутников-радаров до 2018 года будут развернуты более десяти новых лазерно-оптических и радиотехнических комплексов распознавания космических объектов. Только за первое полугодие 2016 года Центр разведки космической обстановки обнаружил и принял на сопровождение более 650 космических объектов, осуществил контроль за выводом на орбиты свыше 180 спутников и прекращением баллистического существования около 60 космических объектов.

Специалисты ВКС выдали шесть предупреждений об опасных сближениях космического мусора и метеоритов со спутниками и Международной космической станцией, что позволило избежать столкновений на орбите. Станциями слежения также обнаружено более 20 пусков отечественных и иностранных баллистических ракет, и ракет космического назначения.

## США отправили в космос «шпионов за спутниками»

Ракета-носитель Delta IV с двумя американскими спутниками-шпионами на борту стартовала с мыса Канаверал. Изготовленные компанией Orbital ATK аппараты будут выведены на высоту около 36 тысяч километров и станут собирать информацию об искусственных спутниках Земли, находящихся на геосинхронных орбитах. Программа ВВС США по слежке за спутниками других государств называется GSSAP, первые упоминания о ней появились в 2014 году, до этого программа была

засекречена. В том же году в космос были выведены первые два аппарата новой системы слежения.



Старт ракеты Delta IV

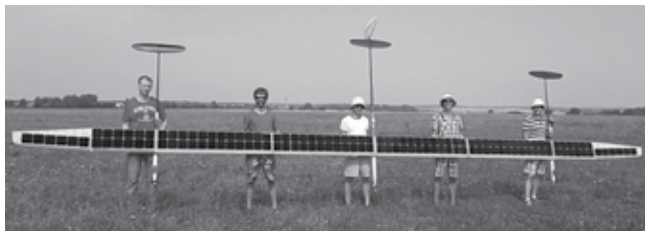
Время обращения спутников на геосинхронных орбитах равно звездному периоду вращения земли: 23 часа 56 секунд 4,1 секунды. По таким орбитам движутся телекоммуникационные космические аппараты, спутники систем навигации и предупреждения о ракетном нападении.

## Гибрид самолета и спутника

Прототип атмосферного спутника «Сова» успешно завершил летные испытания. Цель создания аппарата – отработка и подтверждение технического облика беспилотного летательного аппарата нового поколения и новой аэродинамической схемы: фактически создан принципиально новый вид дрона – еще не спутник, поскольку летает не в космосе, а в атмосфере, но уже не самолет, потому что способен месяцами парить на высоте свыше 20 километров, не доступной никакому летательному аппарату.

Удовлетворение телекоммуникационных запросов в самых удаленных районах – малая часть того, что можно будет решать с помощью «Совы»: визуальная разведка пограничных территорий и морских районов; мониторинг зон патрулирования военной техники и кораблей потенциального противника; многопозиционная радиолокационная разведка воздушного пространства, постановка радиопомех, оперативное развертывание тактических систем связи над заданным районом и многое другое.

Идея повесить высоко над землей беспилотные летательные аппараты не нова. Марк Цукерберг анонсировал начал работ над новым проектом. Гигантские беспилотники Aquila («Орел» – лат.) станут основой беспроводного воздушно-космического интернета. Группировка спутников и беспилотных «орлов» сформирует основу лазерной коммуникационной системы Facebook. Это позволит обеспечить доступ к беспроводному сверхскоростному интернету в любой, самой безлюдной точке нашей планеты.



Прототип атмосферного спутника «Со́ва»

Беспилотники Aquila должны быть оснащены огромными солнечными батареями и летать на высоте 18-27 км в течение трех месяцев. Размах крыла «орлов» составит 42 м. Но пока это еще мечта, а вот российские специалисты уже построили и испытали беспилотный аппарат, длительность полета которого в перспективе практически не ограничена. При этом все решения, реализованные в «Со́ве», революционны.

«Со́ва» изготовлена из материалов на основе углеродных волокон, которые имеют высокую прочность, малый вес и рассчитаны на длительную непрерывную эксплуатацию. Система энергообеспечения аппарата построена на базе контроллеров собственной разработки. Используются солнечные и Li-Ion батареи. Результаты испытаний позволяют рассчитывать на внедрение этого типа воздушных судов в реальную эксплуатацию в самое ближайшее время. Современные технологии позволяют создавать атмосферные спутники с периодом беспосадочной эксплуатации до года. При этом в любой момент аппарат можно приземлить для мелкого ремонта или замены полезной нагрузки.

### Пентагон потерял новейший «метеорологический» спутник

Созданный корпорацией Lockheed Martin космический аппарат был запущен на орбиту в апреле 2014 года и должен был проработать там минимум пять лет. Однако менее чем через два года спутник перестал отвечать на сигналы пункта управления. Прибор принадлежал к новейшей серии спутников разведки погоды в местах предстоящих военных операций. До последнего времени группировка американских метеорологических спутников состояла из двух основных и двух запасных аппаратов. Теперь один из запасных спутников переведен в статус основного. Однако его возраст составляет 10 лет и он не обладает столь широкими возможностями, как потерянный.

### Космоплан против ПКО

Компания Boeing заключила контракт с правительством США на проектирование космического самолета XS-1 для быстрой доставки спутников на околоземную орбиту. Американские военные полагают, что в вооруженном конфликте будущего полем боя станет ближний космос: вооруженные лазерами спутники, дальние зенитные ракеты и другие средства уничтожения будут методично истреблять орбитальные группировки противника. Страна, которая быстрее других оправится

после околоземной войны, получит решающее преимущество в высокотехнологичном сражении.



Космоплан XS-1 предназначен для быстрой и недорогой доставки спутников на орбиту взамен уничтоженных. Предполагается, что «космический самолет» будет использовать обычные аэродромы и сможет ежедневно доставлять в космос двухтонные спутники. Стоимость одного полета при этом не превысит пяти миллионов долларов. Российские средства ПВО и ВКО способны эффективно отслеживать и поражать цели в околоземном пространстве. Перехватчик МиГ-31 или зенитно-ракетные системы С-400/500 способны снять с орбиты спутник, а спешащий на орбиту космоплан тоже может стать для них легкой мишенью.

### Audi будет ездить по Луне

Маститый автопроизводитель – компания Audi – в ближайшее время отправит собственный луноход Lunar Quattro на естественный спутник Земли. Сам луноход уже готов, в ближайшее время его собираются передать группе Part-Time Scientists, которая и примет участие в проекте Google Lunar XPRIZE. Audi давно сотрудничает с этой командой в рамках проекта по разработке лунохода. Для усовершенствования конструкции аппарата сделано немало: облегчена конструкция, предоставлена возможность удаленного управления и добавлен quattro-привод (благодаря которому луноход и получил свое название): луноход от Audi будет полноприводным. Он будет отправлен к Луне к концу 2017 года. В полете луноход будет находиться около пяти дней, а высадку NASA осуществит рядом с местом посадки Аполлона-17 в 1972 году. Каркас системы лунохода изготовлен, в основном, из алюминия. Энергию будут давать солнечные батареи. Максимальная скорость движения составит около 3,6 км/ч. Луноход оснащен сразу двумя стереоскопическими камерами и обычной камерой для научных целей.



**Подготовил Павел Бокач по материалам сайтов [rg.ru](http://rg.ru), [audi.com](http://audi.com)**



## НОВОСТИ ИЗ NASA

**Предлагаем небольшой обзор новинок от американского космического агентства NASA, которое готовит научно-техническую революцию в космосе. Статья расскажет о самых перспективных разработках, вошедших в финальную стадию реализации проекта в истекающем году.**

■ **ПАВЕЛ БОКАЧ**, технический обозреватель

### Новая система навигации и измерения Земли

Высочайшую точность измерений продемонстрировала NASA, запустив новую систему наземных спутников. Да, теперь спутники не обязательно выводить на орбиту, достаточно разместить их в заранее рассчитанных точках земной поверхности. Эту идею предложили еще в 50-е годы советские инженеры, но тогда она не встретила понимания ни в СССР, ни в США. Спустя годы необходимость экономии средств привела к пересмотру этого предложения. Специалисты НАСА разработали систему наземных локационных станций, имитирующих работу спутников.

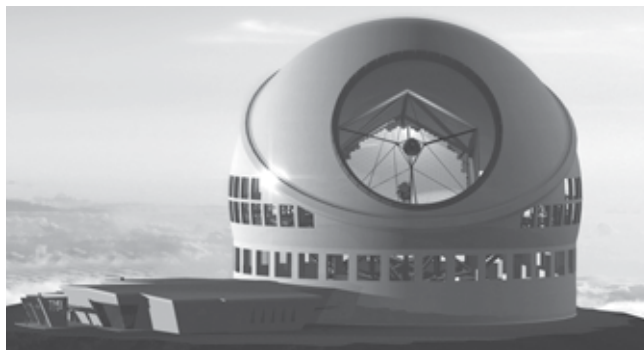
Благодаря новой системе можно обнаружить мельчайшие изменения в движении планеты, а также точно измерять ее окружность, глубину ядра, ну и конечно, ориентироваться в пространстве. Специалисты заявляют, что продуктивность космических миссий намного возрастет, а скептики заявляют, что все дело в том, что NASA стало не по карману тратиться на запуски разработки «космической» электроники. Вероятно, истина как обычно, где-то посередине.



Наземные имитаторы радио-спутников

Новая система измерений и ориентации использует радиоантенны, работающие в формате непрерывного радиовещания на очень большие расстояния и получила обозначение VLBI. Это расшифровывается как «очень длинные сигналы интерферометрии». Наземные «имитаторы радиоспутников» работают в связке с мощными вычислительными центрами NASA, непрерывно обновляя данные и постоянно замеряя физические показатели планеты. Принципиальное отличие от ранее применяемых технологий заключается в скорости и точности из-

мерений – теперь база данных на серверах обновляется ежесекундно, а главное – «наземные спутники» менее уязвимы для электромагнитных и радиационных помех, а также для ракет и лазеров вероятного противника.



Обсервационный центр в Геофизической обсерватории на Гавайях

Естественно, заказчиком новой системы для навигации и позиционирования стало американское правительство, а основой всей программы – обсервационный центр в Геофизической обсерватории на Гавайях. Еще два резервных центра расположены в Геофизическом и Астрономическом центре NASA в Мэриленде и в Массачусетском институте космических исследований.

### Двигатель для дальних космических полетов

Вернуться на Луну – для NASA это не столько цель, сколько показатель своей состоятельности. Сейчас модно ставить под сомнение, что американцы побыва-



Двигатель ракеты SLS





ли на Луне, и основным аргументом здесь становятся «утраченные технологии» – у NASA отсутствует целый ряд ключевых технологий, необходимых для такого полета. Само агентство объясняет это отсутствие тем, что они были утрачены во времена скудного финансирования проектов. Тем не менее, инженеры космического агентства давно работают над их восстановлением. Вот недавно были проведены тесты нового двигателя для космической ракеты класса SLS. Именно она должна вернуть американских астронавтов на спутник Земли.

Новый двигатель RS-25, по заверениям пресс-службы NASA, – уникальная и революционная разработка, опробованная на стендовых испытаниях. Это уже третий прототип двигателя для ракет «лунной» серии, собравший в себе все нововведения и лишенный недостатков своих предшественников. Первый запуск прошел в марте текущего года и продолжался 500 секунд, после чего прототип разобрали и передали на изучение в космический центр в Миссисипи. И вот пришло экспертное заключение – двигатель прошел все положенные испытания и может быть применен в реальном проекте.



Ракета SLS в конфигурации 130 тонн

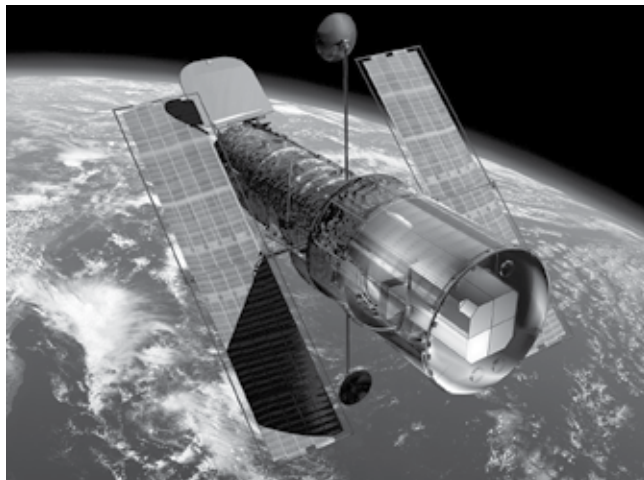
Новый двигатель для космической транспортной системы SLS не только обладает самыми производительными показателями и надежностью, но, возможно, станет новой возможностью для проведения полетов астронавтов на действительно длительные сроки. Инженеры утверждают, что после небольшой доработки можно будет отправляться на Луну или даже на Марс.

Ракетная система SLS (Space Launch System) – американская сверхтяжелая ракета-носитель для пилотируемых экспедиций за пределы околоземной орбиты и выведения прочих грузов. Первый пробный полет

намечен на конец 2018 года. Ко времени своего старта SLS может стать четвертой в мировом рейтинге по мощности (после американской «Сатурн-5» и советских Н-1 и «Энергия»). В базовом варианте ракета сможет выводить на орбиту полезную нагрузку в 70 тонн, а в специальной версии – до 130 тонн.

### Завершена сборка самого большого космического телескопа

Глава NASA Чарльз Болден сообщил, что сборка космического телескопа «Джеймс Уэбб» завершена и теперь специалисты агентства начинают его тестировать. На работу телескопа могут повлиять множество факторов, которые нужно предусмотреть. Именно поэтому «Джеймс Уэбб» подвергается суровым испытаниям. Инженеры должны прояснить, готов ли телескоп к работе в жестких условиях космоса. Как повлияет на оборудование запуск, не повредятся ли его системы при старте и не сойдут ли настройки? Особое внимание будет уделено составному зеркалу телескопа. Телескоп «Джеймс Уэбб» назван в честь второго директора НАСА, который руководил агентством в 60-х годах прошлого века. Сейчас это самый большой космический телескоп, диаметр его зеркала – 6,5 метров (у телескопа «Хаббл» – всего 2,4 метра). Запуск нового телескопа намечен на осень 2018 года.



Телескоп Хаббл

### Тест главного зеркала завершён раньше срока!

Инженеры и техники NASA завершили тесты составного зеркала телескопа «Джеймс Уэбб», провели точную настройку и замерили оптические показатели. Тест должен не только проверить степень работоспособности главного зеркала космического телескопа, но и определить его устойчивость к внешним влияниям в космосе. Прежде чем телескоп в сборе пройдет несколько финальных этапов предстартового тестирования,



## НОВАЯ РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА ЗАПУСКА БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ В КОСМОС БУДЕТ ГОТОВА К 2017 ГОДУ



«Объединенная приборостроительная корпорация» ведет разработку новой системы подготовки и пуска межконтинентальных баллистических ракет, которые снимаются с боевого дежурства и будут использоваться в мирных целях.

Работы осуществляет научно-производственное объединение «Импульс» по договору с «МКК «Космотрас» в рамках конверсионной программы «Днепр». Данный проект позволяет решать сразу две задачи – ликвидацию устаревшего вооружения и освоение космического пространства. Такой подход является не только эффективным средством утилизации ракет, но и экономически выгодным, так как стоимость вывoda груза в космос получается существенно ниже, чем с помощью традиционных ракетносителей.

С 2009 года на базе НПО «Импульс» ведутся работы по адаптации системы пуска под новые требования и подготовке к запуску ракет следующего поколения. Новая система состоит из двух частей, размещаемых на командном пункте управления и на стартовой позиции. Аппаратура осуществляет дистанционную проверку с командного пункта функционирования систем, оборудования ракеты, а также техники, размещаемой на стартовой позиции, с последующей передачей команды на пуск.

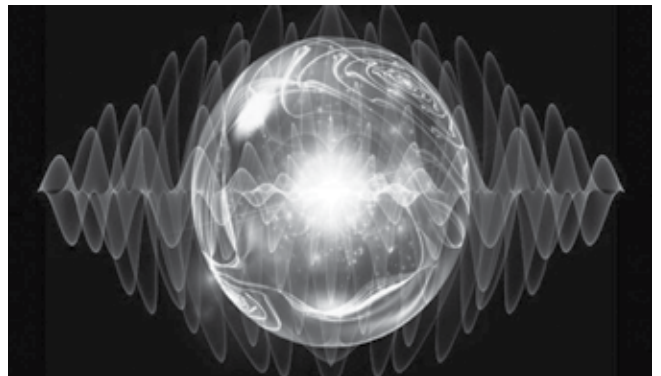
Ожидается, что новая российская система запуска баллистических ракет в космос будет готова к 2017 году. Ее планируется применять для вывoda на околоземную орбиту космических аппаратов различного назначения и спутников.

[opkrt.ru](http://opkrt.ru)

зеркало должно подтвердить свою работоспособность посредством точных оптических измерений в условиях, максимально приближенных к космическим. Специалисты провели целый ряд экспериментов, например, применили несколько громких звуковых источников и вибростенд, чтобы имитировать условия запуска. Для повышения точности специалисты применили специально сконструированный интерферометр, чтобы замерять форму и видеть степень деформации конструкции. Имитация условий не могут в полной мере отразить все возможные сложности в работе, однако позволяют выявить моменты, на которые стоит обратить внимание. В ходе испытаний было принято решение немного изменить форму зеркала.

### Квантовая телепортация

Новый прорыв в изучении квантовой телепортации совершили исследователи. Удалось провести уверенную телепортацию на расстояние около четырех миль. Фотоны были переброшены из одной точки пространства в другую, минуя физическое ограничение нашей Вселенной, – скорость света. От таких результатов до телепортации, описанной в фантастических романах, еще очень далеко, а вот передача пакета данных таким способом – дело ближайшего будущего. Эксперты считают, что именно в этом направлении станут развиваться информационные технологии и появление «квантового интернета» уже не за горами.



Благодаря квантовой телепортации данные можно будет безопасно передавать на любые расстояния, причем не только в пределах нашей планеты, но и на другие, ведь скоростного ограничения для информации уже существовать не будет. Фотоны света движутся в вакууме со скоростью около 300 тыс. км в секунду, с такой же скоростью распространяются и радиоволны. Уже при связи с Луной задержка сигнала будет составлять 2,5 секунды, при связи с Марсом это время увеличивается до 20 минут, что совершенно неприемлемо при удаленном управлении космическими аппаратами. В ближайшей перспективе NASA прогнозирует появление технологий, решающих эти проблемы.

**По материалам [nasa.gov](http://nasa.gov)**



## ВОКРУГ ЛУНЫ ЗА 120 МИЛЛИОНОВ ДОЛЛАРОВ!

**Именно за такую цену предложил экскурсию космическим туристам альянс двух компаний – РКК «Энергия» и Space Adventures<sup>1</sup>. Облететь вокруг естественного спутника Земли предлагается на модернизированном «Союзе». Стоило лишь только озвучить это предложение, как тут же сформировалась очередь из желающих. Сейчас в «листе ожидания» находятся восемь космических туристов, среди которых знаменитый режиссер Джеймс Кэмерон.**

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» является монополистом по отправке космонавтов на МКС, но поскольку сразу несколько американских компаний пытаются создать свой корабль для вывода людей в космос, спрос на услуги «Энергии» может снизиться. Поэтому в корпорации решили вернуть «Союзу» изначальную роль, для которой он создавался – полет на Луну. Для таких полетов корабль будет серьезно модернизирован, радиационная защита будет усилена новыми современными материалами, будет доработана система разгона и посадки.

Для доставки «Союза» на лунную орбиту потребуются создать межорбитальный буксир. Пока у России нет подходящей сверхтяжелой ракеты, поэтому в проекте будут задействованы сразу две среднего класса. Одна выведет на орбиту корабль с экипажем, а вторая – буксир и запас топлива. В космосе пройдет их стыковка и в таком виде корабль отправится к Луне.

В проекте все работы по техническому оснащению полета проводит РКК «Энергия», а ее партнер – Space Adventures, – занимается поиском клиентов, причем начала делать это еще в 2010 году. За шесть лет цена билета в космос снизилась со 150 до 120 млн долларов.

Начало полетов запланировано на 2020 год. Впрочем, к тому времени не исключено появление новой сверхтяжелой ракеты, которая «потянет» на себе всю полезную нагрузку проекта одним рейсом. По заявлению гендиректора «Энергии» Владимира Солнцева, корпорация совместно с «Роскосмосом» уже ведет работы по созданию сверхтяжелой ракеты-носителя. Новая ракета пока не получила имени, но будет создана на базе технологий «Энергии» и «Ангары». Использование готовых

частей ракет позволит сократить время разработки и уровень затрат. На первой ступени будет использован двигатель РД-171, а ступень «Ангары» используют в качестве третьей ступени. Ракета будет кислородно-керосиновой, применять водородное топливо не планируется. «Роскосмос» вообще может отказаться от разработки ракет с водородными ступенями.

Сверхтяжелая ракета будет выводить 80 т на низкую опорную орбиту. В дальнейшем ее возможности можно расширить до 120 т, если модернизировать двигатели. Изменение компоновки ракеты позволит увеличить полезную нагрузку до 160 т.

Космический туризм становится неплохим двигателем для развития космонавтики. Перед этим искушением не устоял и Китай: исследовательский институт ракетной техники China Academy of Launch Vehicle Technology анонсировал проект крупнейшего в мире космолета, который сможет принять на борт до 20 пассажиров. Причем китайские ракетостроители заявляют, что корабль уже построен и даже прошел наземные испытания. Теперь на очереди тестовые полеты. Правда, пока это прототип весом в 10 тонн и рассчитанный на пять туристов, да и высота полета заявлена всего в сотню километров. Но согласно обнародованной программе, это всего лишь первая ласточка. Следующая модель будет действительно вмещать обещанных 20 пассажиров, да и высота полета значительно увеличится.

Первые китайские туристы полетят в космос, как ожидается, уже в 2020 году, причем по демпинговым ценам – билет будет стоить 200-250 тысяч долларов.

**Подготовил Павел Бокач по материалам mykosmos.ru и gagadget.com**



Космический корабль «Союз»



Реактивный двигатель РД-171



Ракету-носитель «Ангара-А5» готовят к запуску

<sup>1</sup> Space Adventures, Ltd. — компания космического туризма, которая предоставляет доступ частным лицам в космическое пространство. Компания Space Adventures была основана в 1998 году в городе Виенна (Виргиния, США).





# СТАНЕТ ЛИ МУЛЬТИКОПТЕР НОВЫМ ВИДОМ ТАКСИ?

**Первый в мире сертифицированный мультикоптер поднялся в воздух в Брухзале (Германия), ознаменовав собой новую эпоху воздушного транспорта. Подобно технологиям смартфонов, которые вдохновили на новые идеи для городского транспорта (например, двухколесный самобалансирующийся электромобиль C1 от Lit Motor), технологии дронов формируют будущее персональных транспортных средств.**

■ **КЕН КАПЛАН (KEN KAPLAN)**, главный редактор *Intel iQ*

Volocopter VC200 вошел в историю воздушного транспорта 30 марта как первый сертифицированный мультикоптер для перевозки человека на борту. Этот электрический летательный аппарат, разработанный немецкой компанией e-voLO, позволяет заглянуть в будущее, где такси будут перевозить пассажиров над землей.

«Мультикоптером Volocopter невероятно легко управлять. Он тихий и довольно простой с точки зрения электроники по сравнению с вертолетами, которыми сложно управлять, которые довольно громкие и механически сложные», – сказал Ян Штумпф (Jan Stumpf), генеральный директор Ascending Technologies – принадлежащей Intel компании, которая работает с e-voLO с 2013 года.

VC200 выглядит как огромный дрон. Тем не менее, это мультикоптер (также называемый мультиротор), который использует лопасти постоянного шага и управляется с помощью изменения скорости каждого ротора.

Экологически чистая электрическая тяга VC200 создается за счет 18 вращающихся роторов, работающих от девяти аккумуляторов. Он может развивать скорость до 100 км/ч в полете и использует ультрасовременную технологию навигации, которая существенно упрощает задачу пилота.

Простота и встроенные средства безопасности были реализованы благодаря Ascending Technologies –

пионеру в области инновационных технологий дронов. Недавно компания помогла Intel попасть в Книгу рекордов Гиннеса за одновременный полет самого большого числа беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). 100 танцующих дронов осветили ночное небо, устроив настоящее световое шоу под живую музыку симфонического оркестра, исполнявшего пьютю симфонию Бетховена.

Несмотря на ограниченное время работы от аккумуляторов и грузоподъемность VC200, Штумпф обращает внимание, что качество и простота могут сделать этот мультикоптер новым прорывом в области городского транспорта.

«По сравнению с традиционными летательными аппаратами Volocopter гораздо проще в управлении, – сказал Штумпф. – Каждый может научиться летать на нем за пару минут».

Он энергоэффективен, прост в управлении, а систему управления полетом, в частности те аспекты, которые позволяют мультикоптеру парить и мягко приземляться, можно быстро модернизировать.

«Это были по-настоящему захватывающие ощущения», – сказал Александр Зосел (Alexander Zosel), управляющий директор компании e-voLO, создавшей Volocopter, об этом историческом полете в Германии.





Зосел сказал, что во время полета на Volocopter он ощущал нечто похожее на пилотирование дрона с земли с помощью пульта дистанционного управления, пока он не осознал, что находится на высоте 24 метра над землей.

Во время своего первого управляемого полета VC200 развил скорость 24 км/ч, но команда e-voло намерена увеличить ее до 100 км/ч во время следующих полетов.

Этот летательный аппарат из волокнистого композитного материала весит 450 кг и требует примерно 50 кВт энергии в зависимости от атмосферного давления и погодных условий.

Поскольку угол лопастей VC200 нельзя настроить, создаваемая тяга зависит исключительно от скорости вращения разных роторов.

Зосел контролировал аппарат с помощью джойстика с кнопками управления, а функция автопилота с трехкратным резервированием от Ascending Technologies позволила мультикоптеру Volocopter удерживать свое положение в воздухе, когда пилот отпускал джойстик.

Автопилот использует элементы управления бесколлекторного двигателя, которые работают от постоянного тока и оснащены электронными коммутационными системами вместо механических щеток и коммутаторов, используемых в щеточных двигателях постоянного тока. Он подключается к волоконно-оптической сети связи и несколькими адаптерами для сообщения с другими компонентами, например аккумуляторами, индикаторами данных или страховочным парашютом.

Поскольку единственные вращающиеся части – это пропеллеры (каждый – с двумя подшипниками), летательный аппарат не требует серьезного обслуживания.

Штумпф называет VC200 цифровой «системой полета по приборам в электрическом ультралегком летательном аппарате». Этот первый управляемый полет напомнил ему его опыт полетов на 40-летних самолетах Cessna и на вертолете с инструктором.

Он сказал, что, несмотря на необходимость знаний регулируемого воздушного движения и опыта полетов, VC200 позволяет справиться с наиболее сложными и опасными проблемами гражданской авиации. Управление с помощью простого джойстика и технологии автопилота сокращают возможность возникновения человеческих ошибок. Система управления полетом с множественным резервированием позволяет точно контролировать высоту и устойчивость положения.

«В гражданской авиации около 70 % аварий происходят из-за ошибок пилота, – сказал он. – Автомати-

ческие функции добавляют еще один уровень безопасности и комфорта». По его словам, система полета по приборам учится во время каждого полета, а собранные данные можно передавать другим летательным аппаратам, использующим такую же систему.

Система пропеллеров может складываться и помещаться в прицеп для удобной перевозки.

Ввиду необходимости дополнительных летных испытаний и проблем с государственным урегулированием по обе стороны от Атлантического океана воспользоваться аппаратом e-voло получится не ранее 2018 года.

e-voло работает над сертификацией для массового производства Volocopter. Компания заявила, что через несколько лет VC200 повлияет на авиаспорт и появление авиатакси, которые перенесут общественный транспорт с земли в воздушное пространство (такими исследованиями занимается NASA).

В апреле в газете Wall Street Journal сообщалось, что федеральная консультативная группа США предложила расширить правила для небольших коммерческих дронов, используемых для съемки новостных видео, обследования линий электропередачи и других видов полетов над городской местностью или скоплением людей.



«Мы демонстрируем регулирующим органам во всем мире, что правильное использование технологий поможет сформулировать новые правила для пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов», – сказала Натали Ченг (Natalie Cheung), менеджер по продукции БПЛА в Intel.

Поскольку Intel и другие лидеры отрасли работают над изменением нормативных требований во всем мире, Штумпф ищет новые способы использования технологий для упрощения этой задачи.

«Если каждый человек сможет безопасно путешествовать по воздуху с теми же или меньшими усилиями, что и водить машину, индивидуальный транспорт существенно изменится», – сказал он.

«Конечно, хранение энергии все еще является сложной проблемой, и для многих автоматических пилотируемых систем необходимо изменить правила, – добавил он. – Но при появлении подходящих технологий и при наличии спроса регулирующие органы пересмотрят свою позицию».

[iq.intel.ru](http://iq.intel.ru)

Фотографии предоставлены e-voло.



# ВСЕМИРНЫЙ ОХВАТ

**Наша планета «опутана» орбитами спутников целых четырех систем глобального позиционирования и навигации: американской GPS, европейской «Галилео», российской ГЛОНАСС и китайской «Бейдоу». Все это – результат взаимного недоверия и конфликта геополитических интересов. Тем не менее, реальность именно такова. Поэтому попробуем непредвзято рассказать о том, что это за системы.**

■ **ПАВЕЛ БОКАЧ**, технический обозреватель

Справедливости ради надо уточнить, что глобальный охват всей территории Земли на момент написания статьи обеспечивают только две системы – американская GPS и российская ГЛОНАСС. Европейская и китайская системы нацелены больше на региональные задачи. Однако Китай интенсивно наращивает свою спутниковую группировку и активно кооперирует свою работу с Россией, поэтому уже в ближайшее время глобальный охват начнет обеспечивать и система «Бейдоу». Евросоюз тоже не дремлет, и вскоре «Галилео» тоже «обаяет» весь мир.

Можно оценивать потенциал той или иной страны по различным показателям: экономическим, социальным, военным, но объективно оценить уровень развития науки и технологий в государстве можно лишь по применению космических технологий. Это «лакмусовая бумажка», по которой легко понять, каких возможностей следует ожидать в иных областях экономики и техники, поскольку сейчас уже нельзя разделить технологии на «военные» и «мирные», «космические» и «земные».

Навигационные системы создаются, прежде всего, для обеспечения безопасности страны либо группы стран, но они же активно развивают и транспортную инфраструктуру, делая перевозки и логистику надежнее и дешевле, помогают экстренно реагировать на стихийные бедствия, оказывать первую помощь, стимулируют развитие дорожной сети, производство и продажу транспортных средств, развитие бытовой электроники и даже небольшое придорожное кафе нынче стремится попасть в базу данных спутниковых карт.

С другой стороны, контроль над навигационной системой позволяет влиять на результаты военных конфликтов в странах, напрямую не контактирующих с «хозяином» системы. Есть мнение о том, что конфликты на Ближнем Востоке показали, насколько просто внести искажения в системы GPS, в результате чего подразделения попадали в засады или обстреливали свои же части.

Идея использовать спутники для навигационных целей появилась в те времена, когда был запущен первый спутник. Изучая приходящие от него радиосигналы, удалось обнаружить, что, зная координаты спутника, можно с большой точностью вычислить координаты принимающей станции. А если такой спутник не один, а несколько, то точность возрастает многократно. Это открытие военные ведомства двух сверхдержав решили

использовать себе на пользу, так начались разработки глобальных навигационных систем.

## Принципы навигации

Все системы навигации и позиционирования, независимо от их принадлежности, работают по одной общей схеме – по принятому радиосигналу вычисляется точное местоположение принимающей станции. При этом спутник передает достаточно данных, чтобы такие вычисления можно было выполнить даже на слабеньком устройстве. Рассчитываются широта, долгота и высота над уровнем моря, а затем данные привязываются к ранее составленной для этой местности карты. Карта, естественно, составляется при помощи спутниковой съемки. Для уверенного приема данных спутник должен находиться в зоне прямой видимости, поскольку радиосигнал, отразившийся от различных препятствий, может значительно исказить точность позиционирования.

Сигналы, посылаемые всеми спутниками системы, синхронизированы между собой по времени на основе атомных часов. Точность вычислений такова, что по задержке сигнала, получаемого от разных спутников, можно вычислить координаты точки приема. При этом ключевой информацией является точное положение спутников на орбите. Для получения координат неподвижного объекта на плоскости, например, на уровне моря, достаточно трех спутников. А для движущихся объектов и вычисления их скорости нужны сигналы минимум от четырех спутников.

Системы, позволяющие проводить навигацию в любой точке планеты, называют глобальными. Для покрытия всей поверхности планеты необходимо не менее 20 спутников, оптимальное число – 24. Именно столько работают в системах GPS и ГЛОНАСС. Китайская система «Бейдоу» располагает пока 20 спутниками, но ее уже вполне можно отнести к глобальным.

## Global Positioning System

Именно так звучит полное название аббревиатуры GPS и в переводе означает «глобальная система позиционирования». Американская спутниковая система навигации была разработана по заказу Министерства



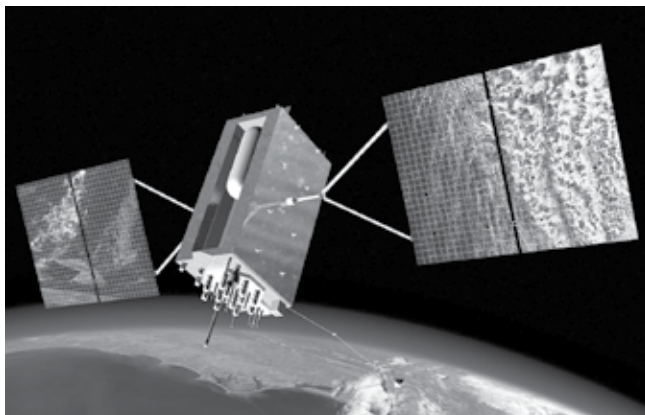


Рисунок 1 – Спутник GPS-III-AH1 компании Lockheed Martin

обороны США, первый тестовый спутник вывели на орбиту в 1974 году, а через 20 лет система GPS была доукомплектована необходимым количеством спутников (24 штуки). После этого стало возможным использование системы GPS в военных целях для точного наведения ракет на наземные и воздушные цели. Тогда же возникла концепция «высокоточного оружия» и «точечных ударов».

### ГЛОНАСС

Эта аббревиатура расшифровывается как «ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система». Сначала она была советской, а затем эстафету подхватила Россия. Эта система была разработана по заказу Министерства обороны. Первый спутник этой системы выведен на орбиту в 1982 году, но к декабрю 1995 года систему уже развернули в полном объеме, все 24 спутника заняли свои места на орбите. А эксплуатация системы началась гораздо раньше – в 1993 году, в одно время с началом работы американской.

К моменту распада СССР обе системы функционировали в полном объеме, но американская GPS использо-

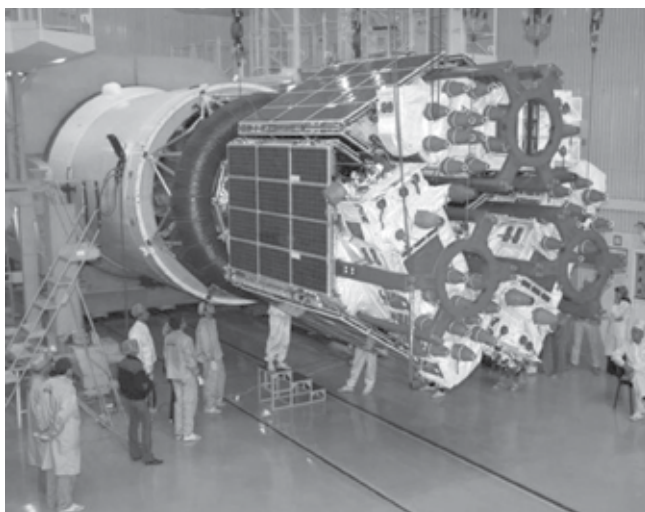


Рисунок 2 – Спутник «Глонасс-М» проходит тестирование

## ТИПЫ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Кто и для чего может использовать навигационные системы? Список рискует оказаться гораздо шире, чем вы это себе представляли. Сразу стоит оговориться, что мы не будем рассматривать встроенные решения, а сосредоточимся исключительно на дополнительном навигационном оборудовании.

### Авиационные системы

Эта категория максимально далека от широких слоев населения, но исторически это одна из важнейших сфер применения навигационных устройств наряду с морской навигацией. Для успешного применения в малых воздушных судах (учебно-тренировочные и прогулочные самолеты, вертолеты) системы оснащены всевозможными функциями, так или иначе дающими информацию о рельефе земли, метеорологических условиях и пр.



### Морские системы

Существуют в самых разных вариантах и используются на транспортных средствах от одноместной лодки до прогулочной яхты. Нетрудно догадаться, что основной упор делается на специальные карты, учитывающие рельеф дна, погодные условия, судходные пути и многое другое, что может пригодиться в водной стихии.



### Пешеходные навигаторы

Предназначены для длительного автономного использования в условиях пеших путешествий. С этим связаны основные характеристики: небольшой (часто черно-белый) дисплей с низким энергопотреблением, компактный корпус, пыле- и влагозащищенность, работа от сменных батарей (тип AA).

*Продолжение на с. 34*

**Наручные навигаторы**

Их используют для спортивного ориентирования, скалолазания, бега. Это не столько навигаторы, сколько универсальные устройства для спорта, где в максимально компактном корпусе сосредоточены соответствующие функции: GPS, секундомер, альтиметр и т.п.

**Мотоциклетные навигаторы**

Сделаны по образу и подобию автомобильных навигаторов с небольшими изменениями: корпус компактнее и имеет специальное крепление на руль, а питание – автономное на батарейках.

**Навигаторы в мобильных телефонах**

Эту категорию нельзя назвать достаточно самостоятельной. По сути, это смесь высокой функциональности автомобильных навигаторов, компактности и длительной автономности пешеходных навигаторов.

**Автомобильные навигаторы**

Самый популярный класс навигационных систем, спрос на который растет с невероятной скоростью.



Основы этого типа устройств: большой цветной дисплей, питание от бортовой сети автомобиля, богатство предоставляемых карт, отсутствие какой-либо защиты от внешней среды, развитое голосовое сопровождение навигации.

**softmixer.com**

валась не только военными, но и в коммерческих целях, что позволило уменьшить долю финансирования за счет бюджета. В СССР такое было невозможно, а в постсоветский период финансирование программы и вовсе прекратилось, поэтому к 2001 году на орбите сохранили работоспособность лишь 6 спутников. К настоящему моменту произведена замена отработавших свой срок аппаратов, полная реконструкция наземных сегментов, подключены новейшие дата-центры и буквально на наших глазах из гадкого утенка и темы для анекдотов ГЛОНАСС превратился в полнофункциональную систему навигации.

**Применение систем навигации**

Обе системы изначально создавались для военных нужд, но в наше время активно применяются в мирных целях. Области применения спутниковых систем постоянно расширяются и охватывают все новые отрасли, для которых их еще недавно применять никто не собирался. Основное применение представлено на врезках (с. 33-34).

**Отличия ГЛОНАСС и GPS**

Принцип построения координат и нахождения объекта в пространстве у обеих систем (да и у всех остальных) совершенно аналогичен. Отличия лишь в алгоритмах, по которым работает программное обеспечение, да и оно не выходит за рамки классической математики. Коренным отличием двух ведущих систем является государственная принадлежность. Причем прием сигналов от GPS не является гарантированным и зависят от политики Минобороны США. Скорее всего, в ГЛОНАСС дело обстоит аналогичным образом. А вот в техническом плане отличия имеются. Дело в том, что американские спутники находятся на геостационарных орбитах, то есть каждый из 24 основных спутников постоянно «висит» над строго заданным районом планеты и контролирует его. А вот российские спутники не синхронизированы с вращением Земли, что обеспечивает бóльшую стабильность системы, не требуются корректировки орбиты весь срок службы спутника. Кроме того, при выходе из строя одного из спутников целый сектор планеты не «ослепнет», а будет перераспределен между другими аппаратами. В случае с GPS это является слабым местом системы – при поломке одного из спутников его функции будут переданы соседним, но полного перекрытия территории может не получиться. Тогда приходится оперативно менять орбиты сразу нескольких спутников или в спешке готовить запуск резервного.

Слабым местом ГЛОНАСС является более короткий срок службы спутников, поскольку их стоимость на порядок ниже американских, а значит, и количество резервных цепей у них гораздо меньше. Зато российская



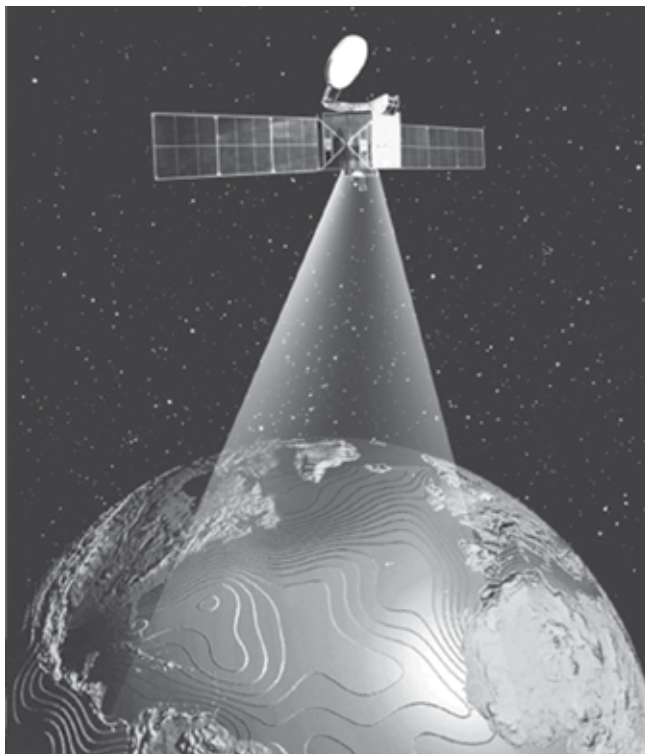


Рисунок 3 – Спутник на геостационарной орбите

система держит спутники на орбитах, оптимальных для позиционирования в высоких широтах (северные и южные полярные регионы), поэтому в арктических районах США и Канады сигнал GPS ловится плохо, а вот система ГЛОНАСС выдает более точные показатели.

### Европейская система навигации «Галилео»

Галилео (Galileo) – глобальная навигационная спутниковая система, построенная Европейским союзом и Европейским космическим агентством (ЕКА). Проект назван в честь знаменитого итальянского астронома Галилео Галилея. Обошелся он в 2 миллиарда долларов и обеспечивает высокоточную навигацию на территории Евросоюза и соседних стран. Потребность в такой системе для ЕС назрела на фоне обострения геополитических противоречий между странами-хозяйками двух глобальных систем навигации. В случае развития политического конфликта либо боевых действий российская и американская системы могут оказаться недоступны для пользователей в Европе.

Работа системы «Галилео» обеспечивается двумя наземными центрами – один в Мюнхене (Германия), второй в Фучино (Италия), а штаб-квартира расположена в Праге (Чехия). В 2011 году запущены первые четыре спутника и проведено тестирование системы, а в 2012 году отправлены на орбиту еще два спутника, что обеспечило развертывание всей системы над территорией Европы. В последующие годы спутниковая группировка наращивалась по графику и к 2019 году должна вырасти

## УСТРОЙСТВО НАВИГАТОРА



GPS-навигатор – устройство, которое получает сигналы глобальной системы позиционирования с целью определения текущего местоположения устройства на Земле. Устройства обеспечивают информацию о широте и долготе, а некоторые могут также вычислить высоту над уровнем моря.

### Аппаратная часть

В GPS-навигаторе присутствуют несколько важных компонентов, от которых во многом зависит точность и качество работы прибора:

- чипсет – набор микросхем, в котором процессор – самая важная часть. Процессор обеспечивает работу всего устройства, а также обрабатывает спутниковый сигнал, поступающий от принимающего модуля, вычисляя координаты;
- антенна, настроенная на частоты, на которых передаются данные навигационных спутников;
- дисплей для отображения информации;
- оперативная память обеспечивает быстродействие навигатора;
- память BIOS обеспечивает связь аппаратной и программной части;
- встроенная Flash-память используется для хранения операционной системы, ПО и пользовательских данных;
- другие элементы платы – GPRS-модуль, Bluetooth-модуль, радиоприемник и т.д. Наличие этих элементов зависит от архитектуры конкретной модели навигатора.
- разъемы (внешние интерфейсы) – разъем внешнего питания, гнездо для подключения наушников, слоты для карт памяти и SIM-карт. Набор разъемов зависит от особенностей конкретной модели навигатора.

### Программная часть

В общем случае программная часть состоит из BIOS, операционной системы, программной оболочки, навигационных программ и дополнительных приложений.

- BIOS — микропрограмма, обеспечивающая операционной системе API доступа к аппаратуре навигатора.
- Операционная система – собственная ОС (как правило, на базе существующих) или ОС стороннего производителя.
- Программная оболочка, обеспечивающая удобную работу с программным обеспечением навигатора и содержащая необходимые библиотеки для корректной работы программ.
- Навигационная программа – собственная разработка или ПО стороннего производителя. Наиболее популярные навигационные программы сторонних производителей – CityGuide, Навител Навигатор, Автоспутник, ПроГород и другие.
- Дополнительные приложения — мультимедийные приложения, игры и другие программы, как правило, предустановленные производителем.

*Продолжение на с. 36*





В навигаторах некоторых производителей отдельные элементы программной части могут быть объединены. Например, функции программной оболочки может выполнять операционная система, а дополнительные приложения входить в состав навигационной системы.



Современные автомобильные навигаторы способны прокладывать маршрут с учетом организации дорожного движения и осуществлять адресный поиск. Они могут обладать обширной базой объектов инфраструктуры, которая служит для быстрого поиска пунктов общественного питания, автозаправочных станций, мест для стоянок и отдыха. Некоторые модели способны принимать и учитывать при прокладке маршрута информацию о ситуации на дорогах, по возможности избегая серьезных транспортных заторов. Данные о пробках могут быть получены навигатором посредством мобильной связи (по GPRS протоколу), или из радиозфира по каналам RDS диапазона FM.



Портативные туристические навигаторы предназначены для туризма (водного, горного, пешего) и активного отдыха. Как правило, такие навигаторы имеют противоударный и водонепроницаемый (по стандарту IPX7) корпус, способны работать и принимать спутниковый сигнал в самых сложных условиях густого леса и горной местности. Многие модели имеют возможность использования карт местности. Кроме того, они могут оснащаться дополнительными возможностями, которые могут пригодиться в дальнейшем походе, среди которых магнитный компас и барометрический высотомер.

Наличие карты существенно улучшает пользовательские характеристики навигатора. Навигаторы с картами показывают положение не только самого приемника, но и объектов вокруг него. Все электронные GPS-карты можно поделить на два основных типа – векторные и растровые.



Рисунок 4 – Спутник системы «Галилео» на тестировании

до 27 рабочих и 3 резервных аппаратов. После этого «Галилео» станет полноценной системой глобального позиционирования и навигации.

Система обеспечивает набор базовых бесплатных услуг, например, позволяет проводить горизонтальные и вертикальные измерения с точностью до метра и обеспечивает работу спасательных служб. Причем функция поиска и спасения (SAR) в своем роде уникальна: спутник способен не только передавать данные на оконечное устройство, но и принимать сигнал бедствия, засекают координаты и передавать их в центр обеспечения безопасности. Именно благодаря этой функции удастся быстро находить потерпевшие катастрофу самолеты и своевременно помогать выжившим. А для туристов, уходящих в горы, навигатор «европейского» образца уже стал



Рисунок 4 – Спутник системы «Галилео»



обязательным атрибутом. Подобных возможностей у GPS и ГЛОНАСС нет – они не имеют обратной связи.

Базовые услуги «Галилео» доступны всем бесплатно, но высокоточная навигация – лишь военным и коммерческим пользователям.

### «Бейдоу» не значит «Компас»

Кто-то ошибочно считает, что название китайской системы глобального позиционирования и навигации «Бэйдоу» в переводе означает «Компас», но это не так. Свою систему поэтичные китайцы назвали в честь созвездия Большой Медведицы, по которому издревле ориентировались в пространстве путешественники – именно к этому созвездию принадлежит Полярная звезда, указывающая на север.

Под названием «Бейдоу-1» Китаем в 2000 году была запущена первая система позиционирования, состоящая из трех спутников. Работала она лишь над Китаем и на сопредельных территориях. Но уже тогда амбиции Поднебесной простирались на весь мир. Хотя возможности системы отставали от конкурентов на целое поколение, результаты были весьма приблизительными, а стоимость намного выше, но уже в 2004 году началось создание «Бейдоу-2». Сейчас спутниковая группировка Китая состоит уже из 20 спутников и охватывает всю планету.



Рисунок 5 – Китайская ракета-носитель «Чанчжэн 3А» – именно она выводит на орбиту спутники системы «Бейдоу»



**Растровые карты** — это самый простой и доступный тип карт. Фактически это изображение местности, к которому привязываются географические координаты. Масштаб растровой карты напрямую зависит от исходного варианта: это или фотография

со спутника, или отсканированная бумажная карта. Существует проблема привязки карты к координатам, выдаваемым приемником (проблема датума). Огромный массив растровых (фотографических и растеризованных векторных) карт и средства работы с ними, включая поддержку работы с GPS-приемниками, предоставляют такие интернет-сервисы, как Карты Google, Яндекс Карты, OpenStreetMap и др.



**Векторные карты** представляют собой базу данных, где хранится информация об объектах, их характеристиках и взаимном месторасположении, географических координатах и прочем. В картах могут храниться разнообразные характеристики местности: горы, реки, озера, впадины, дороги, мосты, уровни антропогенных загрязнений, типы растительности, расположение ЛЭП. Также многие подробные карты хранят множество таких объектов, как заправки, гостиницы, кафе и рестораны, стоянки, посты дорожной полиции, запрещенные к проезду зоны, достопримечательности и памятники, культурные артефакты, больницы.

В них не содержится объемных графических изображений и места в памяти они занимают гораздо меньше, чем растровые, работают быстрее. Преимуществом векторных карт является возможность осуществлять адресный поиск, а также поиск ближайших к заданной точке объектов инфраструктуры. Кроме того, векторные карты позволяют показывать разную детализацию объектов при отображении карты в разных масштабах.

Существуют навигационные системы, позволяющие пользователю дополнять карты навигатора своими собственными объектами. В специализированных автомобильных GPS-навигаторах существует возможность прокладывать маршруты по векторной навигационной карте – с учетом дорожных знаков, разрешенных поворотов и даже дорожных пробок.

При подготовке туристических походов возможно рисование собственных карт района будущего путешествия. Карта рисуется с помощью векторного графического редактора и может быть сохранена в векторном формате, пригодном для загрузки в GPS-приемник. Количество и качество туристических карт для GPS постоянно растет.

[gps-navy.do.am](http://gps-navy.do.am)





Как и в конкурирующих системах доступны два уровня позиционирования – общедоступный и закрытый. В открытом точность достигает 10 метров, в закрытом, если верить китайским источникам – 0,2 метра. Причем Китай способен очень точно определять координаты в своем регионе и на морях, а вот на суше вдали от Поднебесной точность намного ниже и прием сигнала не столь уверенный.

В дальнейшем система будет развивать орбитальную группировку до 35 спутников, причем китайские товарищи решили использовать опыт как американской, так и российской систем – 30 спутников будут двигаться по средним орбитам, полностью охватывая Землю, а 5 аппаратов выйдут на геостационарные орбиты и «прикроют» наиболее значимые для Китая регионы мира. Реализация этих планов движется уверенными темпами и ввод в действие всей группировки намечен на 2020 год. И тогда же название «Бейдоу» будет заменено на Compass.

### «Запас точности»

Важным показателем любой системы навигации является ее точность, которая, как мы ранее говорили, определяется числом спутников, находящихся в зоне прямой видимости. Но и это еще не все. Сигнал отсчета времени можно тоже передавать с разной точностью – чем больше в данных значащих цифр, тем правильнее можно вычислить свое местоположение. Во всех системах глобального позиционирования существует два вида получаемых данных – общедоступные (Standard Positioning Service, SPS) и закрытые (Precision Positioning Service – PPS). Первые могут принимать все желающие, а вторые доступны только владельцам системы.

В PPS применяют сразу два сигнала для коррекции искажений влияния ионосферы Земли, что значительно повышает помехозащищенность канала. Для гражданского применения в GPS изначально был доступен сигнал, обеспечивающий максимальную точность в 10 м, затем этот показатель повысили до максимальных 1-2 м, да и то лишь после появления конкурирующей системы. А вот «военная» точность обеих систем измеряется даже не в сантиметрах, а в миллиметрах. Ведь системы изначально создавались для наведения ракетных и авиационных ударов по противнику, а там даже секунда – это много!

В самых неблагоприятных условиях гражданские сегменты навигации должны обеспечивать точность не менее 8 метров, но в большинстве случаев точность достигает одного метра для GPS и чуть меньше 2 метров для «ГЛОНАСС». Про точность «Бейдоу» мы уже упоминали чуть выше, а вот «Галилео» на момент запуска имела невысокую точность – порядка 10 метров, но с вводом новых спутников этот показатель постоянно повышается. Полностью завершенная система должна

обеспечивать в гражданском сегменте точность позиционирования в 1 метр на широте Полярного круга. Соответственно, в более «теплых» широтах эта цифра гораздо меньше.

### Перспективы сотрудничества

Старая детская поговорка «против кого дружить будем» не потеряла своей злободневности и во «взрослом» мире. Острота геополитических конфликтов за последние несколько лет растет небывалыми темпами. На этом фоне любое сотрудничество видится как просвет в сложных отношениях. А если речь идет о сотрудничестве двух стран-владельцев глобальных навигационных систем, простым смертным остается только радоваться.

Россия и Китай в текущем году подписали соглашение об объединении своих спутниковых систем навигации, дополнив друг друга своими сильными сторонами. Так, ГЛОНАСС славится своей уверенной работой в высоких широтах, причем в обоих полушариях, а китайская «Бейдоу» зарекомендовала себя надежным партнером на морях и океанах, обеспечивая особую точность в экваториальных областях.

Вместо того, чтобы инвестировать огромные средства в наращивание своих спутниковых группировок, Китай и Россия решили объединить данные своих систем. Это позволит на порядок повысить точность, покрыть те участки поверхности, которые пока имеют неуверенный прием, а главное – сэкономить много времени и ресурсов.

Соглашение предполагает объединение имеющихся дата-центров в единую сеть, а также строительство нескольких новых, на территориях двух стран. На первом этапе сотрудничества корректирующая информация будет передаваться через интернет, а в дальнейшем будет запущено несколько спутников-ретрансляторов.

Услугами объединенных ГЛОНАСС и Compass будут пользоваться все государства БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР) и ШОС (Россия, Китай, Индия, Пакистан, Таджикистан, Киргизия, Узбекистан), страны СНГ, а также все мировое сообщество.

Такое объединение еще несколько лет назад казалось немыслимым, но весь мир сейчас переживает нелегкие времена и любое сотрудничество – это не только экономический эффект или новые возможности, но и доверие между ключевыми игроками мирового рынка навигации и космических технологий. Подобный договор был бы немыслим при наличии непреодолимых противоречий между странами. Хотелось бы, чтобы подобное доверие установилось и между остальными владельцами глобальных навигационных систем.

**При подготовке статьи использованы материалы сайтов: [gps.ru](http://gps.ru); [glonass-iac.ru](http://glonass-iac.ru); [beidou.gov.cn](http://beidou.gov.cn); [politrussia.com](http://politrussia.com); [ru-wiki.ru](http://ru-wiki.ru)**





## ЯПОНИЯ ЗАПУСТИЛА «КОСМИЧЕСКОГО МУСОРИЩИКА»

Японские инженеры создали спутник, главной функцией которого станет сбор космического мусора. Аппарат получил название Kounotori (в переводе с японского – «вилка»). В рамках исследовательской программы специалисты из Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA) проводят эксперименты по использованию длинного троса для удаления элементов космического мусора с околоземной орбиты.

Сейчас на земной орбите скопилось более 100 миллионов обломков искус-

ственного происхождения, создающих угрозу для действующих космических аппаратов. При помощи «электродинамической привязи», выполненной из тонких стальной и алюминиевой проволок, спутник приводится в зацепление с обломком, который надо удалить с орбиты. При движении в магнитном поле Земли проводник-привязь вырабатывает энергию, тем самым тормозя обломок до тех пор, пока он не достигнет плотных слоев атмосферы Земли, где должен будет сгореть без остатка.

[astronews.ru](http://astronews.ru)



## КОСМОЛЕТ VIRGIN GALACTIC ОТПРАВЛЕН В ПЕРВЫЙ ПЛАНИРУЮЩИЙ ПОЛЕТ



Первый частный космический корабль компании Virgin Galactic совершил успешный планирующий полет. Два года назад его предшественник потерпел катастрофу при испытаниях. Новая модель SpaceShipTwo, получившая название VSS Unity, была поднята в воздух при помощи самолета-носителя с космодрома в Калифорнии. После сброса с борта материнского самолета VSS Unity самостоятельно долетел до Земли, согласно данным, предоставленным компанией, возглавляемой британским предпринимателем-миллиардером Ричардом Брансоном (Richard Branson).

Масса корабля во время подготовки к первому полету была предельно снижена. Успешное завершение этих испытаний позволит фирме провести тестирование суборбитального самолета в более суровых условиях, перед тем как перейти к этапу летных испытаний гибридного ракетного двигателя, которым оснащается аппарат.

Модель SpaceShipTwo является коммерческой версией модели SpaceShipOne, первого частного космического корабля, достигшего высоты над Землей, соответствующей выходу в космическое пространство в 2004 г.

[astronews.ru](http://astronews.ru)

## КОСМИЧЕСКУЮ ЭЛЕКТРОНИКУ СОКРАТЯТ В 10 РАЗ

Количество видов электронно-компонентной базы для ракет и космической техники сократят в 10 раз – сообщил генеральный директор компании «Российские космические системы» Андрей Тюлин. По его словам, это соответствует потребностям ракетно-космической техники. Типономинал при-

меняемой электронно-компонентной базы будет снижен с 1500 до 150. Тюлин уточнил, что это касается электроники для космических аппаратов, ракет-носителей и разгонных блоков. Унификация наземной аппаратуры будет ограничена закупками компьютеров «Эльбрус».

[tass.ru](http://tass.ru)



## «ЯДЕРНЫЙ» ЛУНОХОД



Институт космических исследований (ИКИ) РАН и Московский государственный технический университет (МГТУ) имени Баумана прорабатывают концепции трех типов луноходов, включая «тяжелый» – с ядерным источником энергии. Луноход массой 550-750 кг предназначен для исследования приполярных районов Луны. Помимо солнечных батарей на него планируется установить ядерный источник энергии (РИТЭГ – радиоизотопный термоэлектрический генератор), что позволит проехать до 400 км, находясь в тени. На аппарате предлагается разместить до 70 кг научной аппаратуры,

способный брать пробы грунта с глубины до 1,5 метров, а также 16 малых станций для изучения реголита и сейсмической активности. Эти станции луноход будет расставлять, продвигаясь по своему маршруту.

Новый луноход по массе аналогичен первому советскому «Луноходу-1», но за счет существенного повышения эффективности радиоэлектронных приборов, материалов, аккумуляторных и солнечных батарей появилась возможность при той же массе лунохода существенно увеличить научный комплекс.

[tass.ru](http://tass.ru)



# ОБЗОР РЫНКА GPS/ГЛОНАСС-МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА. МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Несмотря на то, что спутниковый GPS/ГЛОНАСС мониторинг — направление относительно новое и «молодое», пользу от его функционала уже оценили немалое количество белорусских предприятий, специфика деятельности которых так или иначе связана с транспортной инфраструктурой. Online-мониторинг помогает получать информацию о местонахождении транспорта в режиме реального времени, его скорости и направлении движения, техническом состоянии, а также любых манипуляциях водителя с GPS-оборудованием, насосами, сливными заслонками и т.д. Система практически исключает излюбленные водителями махинации с топливом, а также «левые» рейсы и нецелевое использование рабочей техники.

Насколько сейчас развит рынок GPS/ГЛОНАСС мониторинга транспорта в Беларуси? Какие функции наиболее востребованы среди отечественных предприятий? Каких решений ждать в скором будущем? Эти и многие другие вопросы о рынке спутникового мониторинга в Беларуси и его специфике мы обсудили с директором компании Gurtam Operator Сергеем Клевко.

## — Как вы оцениваете уровень развития рынка систем спутникового мониторинга автотранспорта?

— На данный момент на рынке присутствуют четыре крупных поставщика решений спутникового мониторинга. Все в основном делают акцент на продаже приборов одного производителя, трое из них используют свое собственное web-решение для отображения данных пользователям.

Помимо крупных поставщиков и их дилеров на рынке присутствуют также относительно молодые компании-новички, которые, увидев возможность заработать, стараются составить конкуренцию «старожилам». Но, к сожалению, чаще всего политика их бизнеса строится не на улучшении качества обслуживания клиента или, скажем, более инновационных решениях, а банально на демпинге, личных знакомствах и даже на «включенных в цену премиальных бонусах для принимающих решения людей».

В результате этого в последнее время (без учета текущего состояния экономики и колебания курса

валют) цены на услуги падают. В частности, за последние 2 года средняя цена на рынке по некоторым услугам операторов упала чуть ли не в 3 раза. Это не могло не отразиться негативно на «среднем» уровне качества обслуживания клиентов и, соответственно, на мнении клиентов о рынке спутникового мониторинга в целом.

Кого-то устраивают низкие цены и почти отсутствующая техническая поддержка у оператора-«стартапера». А те, кто ценит быструю и профессиональную реакцию на вопросы и проблемы, — чаще всего готовы заплатить за это чуть больше среднерыночной цены.

## — Как в целом Вы оцениваете потенциал рынка? В частности, много ли на рынке компаний, которые еще не используют системы мониторинга?

— Трудно ответить на этот вопрос однозначно.

С одной стороны, рынок еще далеко не полностью организован. Если посмотреть на статистические данные и сравнить количество ежегодно ввозимых автомобилей и строительной техники в Беларусь с количеством новых объектов даже всех вместе взятых операторов спутникового мониторинга, то получается, что рынок обеспечен хорошо если на 10-15 %.

С другой стороны, даже небольшие автопарки (например, 10-15 автомобилей) уже с кем-то «мониторятся». А за крупных перевозчиков, с автопарком





Отраслевые решения demo Выход

ДЕМО-бульдозер

ДЕМО-бульдозер  
Период: с 2015-03-01 00:00:30 до 2015-03-14 23:58:28

Дата	Начало смены	Окончание смены	Наработка (ч)			Расход (л)			Местоположение
			М.ч.	Хол. об.	Раб. об.	М.ч.	Хол. об.	Раб. об.	
2015-03-01	07:49:30	13:09:42	4.87	0.63	4.24	0	1.638	55.544	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-02	07:31:06	18:00:08	9.49	1.17	8.32	0	3.042	108.992	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-03	07:42:28	17:51:46	9.28	1.49	7.79	0	3.874	102.049	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-04	07:40:58	18:00:52	9.21	1.26	7.95	0	3.276	104.145	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-05	07:35:38	17:58:04	9.33	1.02	8.31	0	2.652	108.861	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-09	07:51:38	17:57:36	8.87	1.73	7.14	0	4.498	93.534	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 5А
2015-03-10	07:48:28	18:38:44	9.62	1.08	8.54	0	2.808	111.874	Беларусь, Минск, Гинтовта ул., 3
2015-03-11	05:37:18	17:56:34	7.57	0.63	6.94	0	1.638	90.914	Беларусь, Е30-М1, Каликино
2015-03-12	07:59:30	18:01:44	9.1	1.08	8.03	0	2.808	105.193	Беларусь, Е30-М1, Каликино
2015-03-13	08:02:28	17:56:32	8.96	0.73	8.24	0	1.898	107.944	Беларусь, Е30-М1, Каликино
2015-03-14	07:52:30	18:02:00	9.13	1.24	7.88	0	3.224	103.228	Беларусь, Е30-М1, Каликино
<b>Итого:</b>			<b>95.43</b>	<b>12.06</b>	<b>83.38</b>	<b>0.00</b>	<b>31.36</b>	<b>1 092.28</b>	

Детальный отчет  
От: 2015-03-01 00:00  
До: 2015-03-14 23:59  
Получить отчет  
сегодня вчера неделя месяц  
Объекты:  
DEMO1  
Demo2  
Demo3  
Demo4  
ДЕМО-бульдозер  
ДЕМО-экскаватор  
ДЕМО-кран

свыше 100 единиц, идет чуть ли не война между операторами.

К слову, крупные компании научились грамотно этим пользоваться, «шантажируя» и требуя для себя все более и более совершенные решения по мониторингу, более качественное покрытие в роуминге, более частое обновление данных, возможности интеграции данных со своими ERP-системами, лояльные цены и т.д. Логично, что это усиливает их конкурентные позиции на рынке перевозчиков и улучшает качество обслуживания клиентов.

Минус такой ситуации в том, что таким образом увеличивается «пропасть» между крупными и мелкими перевозчиками. Последние в данной войне оказываются без внимания.

И, судя по всему, именно у мелких перевозчиков и оседает 85-90 % автомобилей, которых почему-то нет ни у одного оператора мониторинга, и для которых спутниковый мониторинг, видимо, не так важен. Отчасти это логично, т.к. основная задача спутникового мониторинга – это контроль и повышение эффективности автопарка, а 1-2 машины несложно проконтролировать владельцу самостоятельно. Но как показывает наша практика, даже при таком объеме автопарка скрыты 30-40 % возможностей оптимизации.

Поэтому, если вернуться к озвученному выше вопросу, потенциал рынка спутникового мониторинга еще достаточно большой, но в текущей ситуации и модели поведения операторов вместо развития и расширения рынка – происходит его постоянный передел, т.к. операторы вместо поиска новых клиентов и объектов мониторинга заняты переманиваем «китов» у более слабых или менее развитых конкурентов.

Кстати, переход к другому оператору для клиента иногда достаточно дорогое удовольствие, особенно если у предыдущего оператора оборудование было «залоченным» для работы только с их системой мониторинга.

Но чаще всего клиенты, изначально не до конца обдуманно выбравшие оператора с «залоченным» оборудованием и некачественной техподдержкой, потом

долго мучаются и не решаются на переход из-за необходимости новых финансовых вложений в покупку приборов.

**– А насколько развит рынок в отношении компаний, не занимающихся грузоперевозками, но имеющими свой автопарк?**

– Производители продуктов питания уже давно и достаточно активно используют системы GPS-мониторинга. И сейчас большая редкость встретить, скажем, мяскокомбинат или молочный завод со своим автопарком, который не был бы подключен ни к одной системе мониторинга. В основном, они используют функцию контроля пробегов, анализируют расход топлива, а также контролируют температурные условия и своевременность доставки своей продукции в розничные точки продаж.

У пассажирских перевозчиков своя специфика бизнеса, акцент в которой больше не на машинах, а на пассажирах. Поэтому они быстро разочаровываются в возможностях только онлайн-мониторинга. Однако, справедливости ради стоит отметить, что крупные государственные перевозчики все-таки подключены к GPS-системе. Но они требуют установку серверных решений без абонентской платы, а суть бизнеса опе-







раторов спутникового мониторинга – это все же абонентская плата.

Для операторов спутникового мониторинга всегда лакомым куском казались строительные компании, у которых есть достаточно много единиц строительной и спецтехники. Все операторы когда-либо брались за эти компании, но разочаровывались. А разочаровывались потому, что уровень «дополнительных доходов» водителей на данной технике намного выше аналогичных доходов водителей из других отраслей. А значит и степень вандализма по отношению к системе мониторинга также выше. Это операторам спутникового мониторинга приносит определенные неудобства.

Правда, в последнее время ситуация начала меняться: качество услуг операторов становится лучше, изученные за предыдущий опыт работы риски стали закладываться в стоимость услуг и, с большего, рынок строительной техники начал подключаться к GPS-мониторингу.

К слову, у нас появилось отраслевое решение, на показания которого наши клиенты-строительные компании опираются при расчете з\п водителям и, грубо говоря, вычитают из премии «сумму ущерба компании».

GPS-мониторинг в сельскохозяйственной отрасли в нашей стране, к сожалению, практически не развит. С одной стороны, это объясняется некоторого рода консервативностью и нежеланием что-либо менять в системе, где всем хорошо, спокойно и выгодно.

С другой стороны, сезонность работы сельскохозяйственной техники не дает получать операторам стабильных ежемесячных доходов.

Ну а самое главное, на наш взгляд, заключается в том, что GPS-системы показывают конкретные цифры по эффективности работы, а значит и то, насколько целесообразно держать именно такой автопарк и такое количество водителей в данном колхозе. А с нашим менталитетом анализ этих цифр чреват увольнениями,

безработицей и сокращением государственных дотаций, на которых еще хоть как-то более-менее держатся вымирающие деревушки и их жители. Кстати, в России, где многие колхозы перешли в частные руки, системы GPS-контроля и качества обработки земли имеют достаточно большую популярность.

Компании, оказывающие сервисное обслуживание, постепенно приходят к GPS-мониторингу, понимая, что это возможность точно видеть: где, когда и во сколько была та или иная бригада. А с возможностью прокладки маршрутов и планированием работ, уведомлений об отставании от графика или опережении его – система мониторинга очень может помочь таким компаниям повысить качество обслуживания своих клиентов.

Для торговых представителей GPS-мониторинг, как правило, имеет косвенное значение. Их задача – своевременно оказаться в нужном магазине, пообщаться с товароведом и помочь сделать ему очередной заказ товара. А так как конечный результат – это все же заказы от магазина, то возможность со смартфона быстро подключиться к 1С, сверить количество оставшегося товара и зарезервировать его для клиента намного важнее того, где в данный момент находится торговый представитель.

С физическими лицами большинство операторов работать не хотят, так как для этого есть определенные юридические и бухгалтерские требования, на которые операторы спутникового мониторинга выходить не стремятся. Однако для примера: оператор мобильной связи Velcom с недавнего времени начал оказывать услуги по GPS-мониторингу частным лицам, используя программное обеспечение одного из операторов спутникового мониторинга.

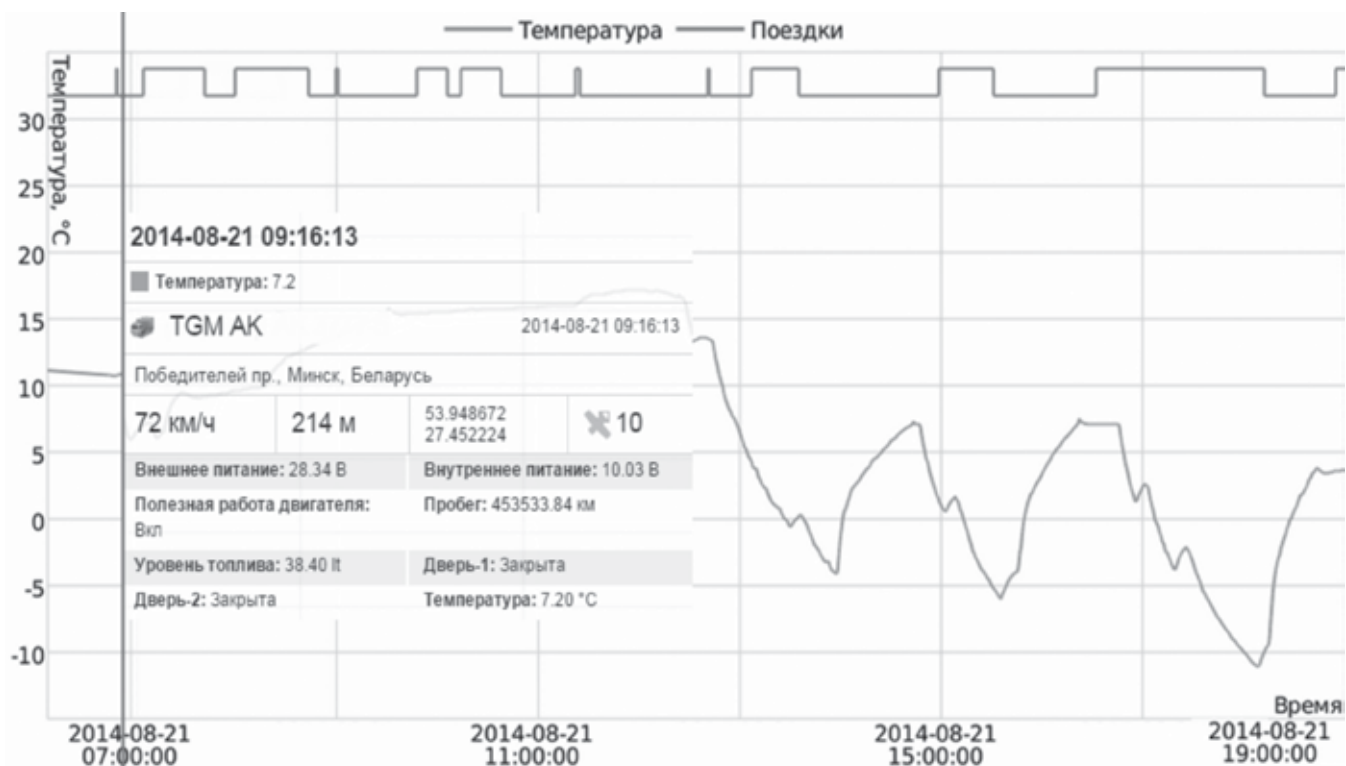
#### – Помимо стандартных трекинга и контроля расхода топлива, какие еще услуги запрашиваются? Есть ли тенденция к расширению потребляемых услуг?

– В стандартные запросы я бы еще добавил подключение к бортовому компьютеру автомобиля, с возможностью удаленно видеть значения некоторых штатных датчиков автомобиля. Это, в частности, те значения пробега и расхода, которые видит на приборной панели водитель. Функция достаточно популярная, т.к. позволяет, не устанавливая никаких дополнительных и сложных датчиков в машину, а подключившись всего к двум проводкам, видеть большое количество полезных данных.

В последнее время бизнесмены очень активно интересуются системами контроля режима труда и отдыха (соблюдение водителем регламента ЕСТР), за нарушение которых компания и водитель получают достаточно большие штрафы в Европе.

Достаточно много запросов поступает на контроль температурного режима перевозимого груза. Пик таких запросов приходится на летнее время. И даже некото-





рые производители продуктов питания, а также магазины требуют от наемного транспорта наличие таких датчиков и факта подключения автомобиля к какому-либо оператору спутникового мониторинга.

**– Насколько Вы оцениваете долю Вашей компании на рынке систем GPS-мониторинга автотранспорта?**

– Если оценить количество компаний на территории Республики Беларусь, которые в качестве системы спутникового мониторинга используют систему Wialon, то это примерно половина компаний, применяющих какую-либо систему мониторинга в принципе. На наш взгляд, это достаточно большой процент, показывающий лояльность клиентов именно к нашей компании и говорящий о том, что наши услуги действительно представляют ценность для клиентов и выделяются на фоне предложений конкурентов.

Но, как уже было отмечено, хотелось бы, чтобы рос не столько наш удельный вес на рынке, сколько сам рынок и то количество компаний, которые используют системы спутникового мониторинга для контроля эффективности и оптимизации своих рабочих процессов.

**– В чем конкретно Ваши конкурентные преимущества?**

Мы являемся белорусскими разработчиками системы спутникового мониторинга Wialon. Именно поэтому наши клиенты первыми получают самые свежие обновления

и доработки системы, а также прямую связь с разработчиками программного обеспечения. Гибкость системы упрощает процесс индивидуальной настройки системы под запросы клиентов, ведь у каждой компании своя специфика и требования.

Помимо основного функционала, всем пользователям системы доступны бесплатные приложения – уникальные разработки компании Gurtam. Это как кастомизированные отчеты, так и специализированные инструменты для обработки данных.

К примеру, мобильная версия мониторинга позволит работать со списком объектов даже когда нет доступа к компьютеру. Клиент может контролировать свои автомобили с помощью мобильного телефона или планшета на платформах Android и iOS.

Таким образом, информация о каждом водителе будет под рукой в любое время.

Также мы предоставляем бесплатную перепрошивку GPS/ГЛОНАСС оборудования – другими словами, адаптируем приборы других операторов для работы с нашей системой. На сегодняшний день с Wialon совместимо более 830 различных моделей устройств для мониторинга, включая автомобильные контроллеры, персональные трекеры, а также ПО для мобильных телефонов с функцией GPS.

В целом команда Gurtam всегда готова оказать своим клиентам консультацию и помощь в становлении системы спутникового мониторинга на всех этапах работы.

**gurtam.by**



# ДАТЧИКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЭМС-ТЕХНОЛОГИИ. ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ДАТЧИКИ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

В статье рассмотрены инерциальные датчики и модули, выполненные по МЭМС-технологии, применяемые в системах, критичных к стабильной работе датчиков в жестких условиях эксплуатации, где требования к точности измерения параметров движения очень высоки. Для более точных измерений производители предлагают инерциальные измерительные приборы с улучшенными характеристиками. Изучим некоторые из них.

■ **АЛЕКСАНДР ТУЗОВ**, заместитель начальника отдела развития брендов, ООО «Фаворит-ЭК», [tas@favorit-ec.ru](mailto:tas@favorit-ec.ru),  
**НИКОЛАЙ КУЛИЧОК**, инженер по применению, ООО «ФЭК», [n.kulichok@fek.by](mailto:n.kulichok@fek.by)

Один из приборов высокой точности – трехосевой гироскоп STIM202 компании Sensorog Technologies (рисунок 1). Он обладает намного лучшими характеристиками по сравнению с «младшими братьями» (например, одноосевыми гироскопами SAR150 и CRG20-01). Так, увеличено разрешение (с 12 до 24 бит), улучшена стабильность смещения во время работы (0,5 вместо 5–50°/ч), снижен случайный угловой уход (0,2 вместо 0,8–1°/ч<sup>1/2</sup>), расширена полоса пропускания (262 вместо 50 Гц). Столь высоких показателей компании Sensorog Technologies удалось добиться в первую очередь за счет ряда уникальных технологических решений, примененных в конструкции гироскопов. Одно из них – запатентованная технология Butterfly («бабочка»).



Рисунок 1 – Внешний вид гироскопа STIM202

Технология Butterfly, разработанная компанией Sensorog, основана на применении сдвоенной инерциальной массы специальной формы (напоминает бабочку), изготовленной из одного кристалла кремния. Принцип действия приборов, основанных на технологии Butterfly, такой же, как и у других вибрационных гироскопов. Специальная система возбуждает первичные противофазные колебания инерциальных масс (рисунок 2). Если происходит поворот гироскопа, то под действием силы Кориолиса инерциальные массы смещаются в направле-

нии, перпендикулярном плоскости первичных колебаний (рисунок 2). В результате возникают вторичные колебания, частота которых совпадает с частотой первичных. Отклонения инерциальных масс в результате вторичных колебаний измеряются емкостными датчиками и пересчитываются в значения угловых скоростей.

Важная особенность технологии Butterfly заключается в том, что инерциальные массы закреплены на специальных подвесах, поперечное сечение которых сконструировано таким образом, чтобы они изгибались только в плоскости инерциальных масс и соответственно в этой же плоскости происходили первичные колебания. Это позволяет четко разделить плоскости первичных и вторичных колебаний и в результате повысить чувствительность к поперечным смещениям, а, следовательно, и точность измерений.

В гироскопе STIM202 используются три чувствительных элемента (сдвоенные инерциальные массы), каждый из которых позволяет определить угловую скорость для одной из осей. Каждый чувствительный элемент гироскопа расположен в специальной конструкции, которая состоит из трех основных слоев. В нижнем слое находится стеклянный кристалл, в нем размещена система возбуждения первичных колебаний и контактные электроды. Средний слой содержит инерциальные массы. Верхний слой представляет собой стеклянный покрывной кристалл. Такая конструкция обеспечивает формирование во внутреннем пространстве гироскопа запечатанной полости низкого давления – это еще одна фирменная технология компании Sensorog. В этой полости вибрирующие массы защищены от загрязнения и демпфирующего динамического воздействия воздуха, благодаря чему добротность чувствительного элемента очень высока. Для гашения механической вибрации внутри герметичного корпуса прибора каждый чувствительный элемент гироскопа закреплен в пластиковых демпферных элементах.

Работой гироскопа управляет заказная система на кристалле (ASIC) и 32-х разрядный микроконтроллер STM32F103 компании ST Microelectronics. ASIC управляет системой возбуждения колебаний, принимает сигналы емкостных датчиков, преобразовывает сигналы в цифровую форму, выполняет их обработку. Микроконтроллер обеспечивает интерфейс с внешними устрой-



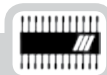


Таблица 1 – Основные технические характеристики гироскопов компании Sensoror Technologies

Параметр	STIM202	STIM210	STIM300
Напряжение питания, В	4,5...5,5		
Рабочая температура, °С	-40...85		
Масса, г	55	50	Нет данных
Максимальный удар, g	5000		
Частота выборки, измерений/с	1000	2000	2000
Полоса пропускания (-3 db), Гц (регулируется)	262		
Время запуска, с	10	1	1
Изменение начального смещения выходного сигнала гироскопа в зависимости от температуры, °/ч	±30	±10	±10
Стабильность смещения во время работы, °/ч	0,5		
Случайный угловой уход, °/ч <sup>1/2</sup>	0,2	0,15	0,15
Изменение начального смещения выходного сигнала акселерометра в зависимости от температуры, g·10 <sup>-3</sup>	-	-	±2
Нестабильность начального смещения, g·10 <sup>-3</sup>	-	-	0,05
Скорость случайного ухода, м/с/ч <sup>1/2</sup>	-	-	0,06
Диапазон измерений ускорения, g	-	-	±2...±100

ствами, хранит и задает настройки прибора, в том числе данные калибровки, реализует работу программных цифровых фильтров и др.

Прибор STIM202 может работать в одном из двух режимов – измерения угловых скоростей и измерения текущих углов поворота (интегральный режим).

Гироскопы проходят заводскую калибровку. Изменяются среднеквадратичные значения отклонений при отсутствии вращения и температурные зависимости отклонений. Калибровка выполняется отдельно для каждой оси. Калибровочные коэффициенты хранятся в памяти микроконтроллера гироскопа и используются при обработке данных измерений.

В гироскопе STIM202 предусмотрена также фильтрация для подавления паразитных сигналов, возникающих в результате ВЧ-вибраций, тепловых шумов и др. Для этого применяются программируемые фильтры, частоту среза которых можно менять программно независимо по каждой оси.

Интересен способ измерения температуры чувствительных элементов, применяемый в STIM202. В отличие

от более дешевых моделей, где измеряется средняя температура внутри корпуса, в гироскопе STIM202 с высокой точностью измеряется отдельно температура каждого чувствительного элемента. Измерения проводятся по отклонению частоты вибрации инерциальных масс системы Butterfly от задаваемой высокостабильным генератором, возбуждающим эти колебания.

Характеристики гироскопа STIM202 приближаются по точности к волоконно-оптическим гироскопам (ВОГ). При этом расходы на подключение и использование приборов STIM202 ниже, а общая конструкция измерительных систем, где они используются, – проще. Кроме того, приборы, выполненные по МЭМС-технологии, менее «капризны» к условиям окружающей среды, более компактны и долговечны.

Компания Sensoror разработала отладочный комплект (evaluation kit) для подключения гироскопа STIM202 к персональному компьютеру с операционной системой Windows. С помощью этого комплекта пользователь может тестировать основные характеристики гироскопа и изменять его настройки. Комплект состоит из двух кабелей (переходник USB-RS422/RS485 компании National Instruments и переходник между стандартным 9-контактным разъемом RS-422 и ответной частью для подключения к STIM202). Через эти кабели производится опрос гироскопа, управление им и подача питающего напряжения. Но применение интерфейса USB существенно ограничивает быстродействие гироскопа и приводит к потере части данных его измерений, что ведет в итоге к нарастанию ошибок измерения угловой скорости. С этими проблемами уже сталкивались некоторые российские разработчики, тестирующие STIM202 на предмет применимости в новых разработках. Для более эффективного лабораторного исследования гироскопа STIM202 компания Sensoror рекомендует подключать его через интерфейс платы (например, производства компании National Instruments), подсоединяемые к слоту PCI персонального компьютера.

Первые экземпляры гироскопа STIM202 были произведены в начале 2010 года, после чего в прошивку прибора был внесен ряд изменений, улучшающих его точностные характеристики и расширяющих функциональные возможности. Но и на этом компания Sensoror не остановила свои разработки. Уже освоено произ-

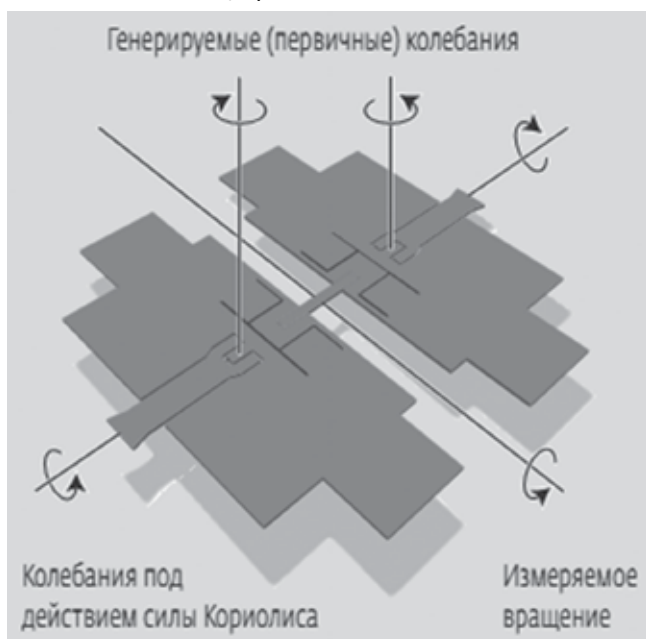


Рисунок 2 – Принцип действия системы Butterfly



водство ряда новых моделей инерциальных датчиков и других приборов. Один из них – трехосевой гироскоп STIM210 (см. таблицу 1). Это модифицированная версия гироскопа STIM202, отличающаяся более высокой точностью и производительностью, а также в 10 раз меньшим временем запуска. Последний параметр крайне важен для мобильных систем быстрого развертывания, таких как системы прицеливания и пуска. Производство этого гироскопа началось летом 2011 года.

Еще один новый прибор – измерительный модуль STIM300 (см. таблицу). В нем совмещены гироскоп – такой же, как в STIM210 – и три высокоэффективных акселерометра.

Третий прибор – одноосевой МЭМС-гироскоп с повышенной точностью SAR150. Он способен с хорошей точностью измерять скорость вращения Земли, опреде-

ляя при этом точное направление на север, что делает позиции ВОГ еще более шаткими.

\* \* \*

Сегодня описанные в статье приборы являются одними из лучших МЭМС-датчиков в своем классе. Все больше разработчиков авиационной, космической и военной техники применяют их в новых разработках вместо традиционных ВОГ и механических гироскопов. Компания Sensoror Technologies, со своей стороны, постоянно работает над улучшением характеристик приборов, их удешевлением и налаживанием массового производства.

**favorit-ec.ru**  
**fek.by/ru**

## НОВЫЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ЛАМПЫ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

Компания Philips Lighting объявила о запуске новой серии ламп Philips GreenPower 2.0, которые обладают еще большей энергоэффективностью для обеспечения растений дневным светом, обеспечивая рост или замедление роста растений в теплицах, где выращиваются клубника, цветы и черенки декоративных растений. Новые светодиодные лампы Philips GreenPower LED 2.0 опираются на первое поколение светодиодных ламп Philips GreenPower и поставляются в двух различных спектральных версиях со световыми решениями для выращивания цветов и мягких фруктов.



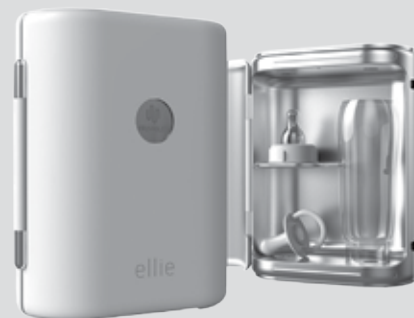
Новые, высоко энергоэффективные светильники предназначены для повышения урожайности, качества культур и ускорения процесса цветения. Конструкция светильников опирается на более чем двадцатилетний опыт компании Philips Lighting, который она получила в процессе создания садоводческого освещения для удовлетворения потребностей производителей.

После проведения испытаний в 2014 и 2015 годах в независимом исследовательском центре садоводства Хогстратен в Бельгии первое поколение ламп Philips GreenPower послужило важным ориентиром для повышения энергоэффективности. Лампы следующего поколения обеспечивают оптимальный спектр и высокую светоотдачу, позволяя производителям экономить на электроэнергии, в среднем больше на 90 % по сравнению с обычными лампами накаливания. Новые лампы имеют стандартный размер E27 или E26, что позволяет их использовать в существующих системах освещения, избегая ненужных затрат на модернизацию.

**lednews.ru**

## ПОРТАТИВНЫЙ UV-СВЕТ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ ДЕТСКИХ БУТЫЛОЧЕК

Свет от ультрафиолетовых светодиодов эффективно убивает микробы, поэтому компания Rayvio, которая занимается разработкой портативных источников ультрафиолетового излучения,



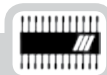
озадачилась выпуском устройств, которые помогут стерилизовать детские бутылочки и выполнять профилактику инфекционных заболеваний у детей.

Ультрафиолетовые светодиоды под названием Ellie, работающие по технологии TruViolet, широко используются для дезинфекции воды и медицинских инструментов, а также для лечения инфицированной кожи.

Прибор Ellie позволяет устранить 99,9 % бактерий на обрабатываемой области всего за 60 секунд, без использования каких-либо агрессивных химических веществ. Размер устройства – не больше упаковки губной помады. Оно может быстро проводить дезинфекцию любых объектов, например, мобильных телефонов, посуды и обуви.

Исследование, проведенное в Университете Пенсильвании, показало, что ультрафиолетовый свет, используемый для дезинфекции больничных палат, уменьшает инфицирование среди пациентов гематологии и онкологии на 25 %. Эксперты полагают, что устройство Ellie может быть использовано в странах третьего мира, где высокая заболеваемость новорожденных, вызванная бактериями, крайне сложно поддается лечению после попадания инфекции в организм детей. То, что устройство дезинфекции является мобильным, придало ему огромную привлекательность применения и в других областях.

**lednews.ru**



# MICROCHIP АНОНСИРУЕТ НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ 8-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ AVR® С НЕЗАВИСИМОЙ ОТ ЯДРА ПЕРИФЕРИЕЙ

## Ключевые особенности:

- Новая серия поддерживается инструментом графического конфигурирования START;
- В миниатюрном корпусе интегрированы разнообразные функции, флэш-память 4 КБайт и 8 Кбайт;
- Независимая от ядра периферия содержит периферийный контроллер сенсорной клавиатуры;
- Автоматическое обновление и режим пониженного энергопотребления с сохранением содержимого ОЗУ.



Microchip анонсирует новое поколение микроконтроллеров (МК) 8-bit tinyAVR MCUs. Четыре новые микросхемы имеют флэш-память объемом 4 Кбайт или 8 Кбайт и производятся в 14- и 24-выводных корпусах. Это первые МК tinyAVR с независимой от ядра периферией. Новые МК поддерживаются инновационным онлайн инструментом START для интуитивного графического конфигурирования встраиваемого программного обеспечения

«Это очень важное событие для Microchip, оно представляет собой объединение двух самых мощных брендов 8-разрядных МК под одной крышей, – сказал Стив Санghi (Steve Sanghi), генеральный директор и председатель правления Microchip Technology Inc. – Клиентам нравятся как МК PIC®, так и AVR®. Поэтому Microchip активизировал разработку новых продуктов, для того чтобы не только продолжать поддержку уже выпускающихся МК, но и увеличить портфолио AVR».

Новые МК ATtiny817/816/814/417 имеют все необходимые функции для создания инновационной продукции, в том числе миниатюрный корпус с малым числом выводов, многофункциональные периферийные модули, флэш-память объемом 4 Кбайт и 8 Кбайт. Кроме того, в МК интегрированы: независимый от ядра периферийный контроллер сенсорной клавиатуры (PSC); система объединения периферийных модулей (Event System); программируемые пользователем логические ячейки; автоматическое обновление; энергонезависимая память; 20-МГц осциллятор; высокоскоростной последовательный интерфейс USART; 10-разрядный АЦП с источником опорного напряжения. Напряжение питания МК варьируется в пределах 1,8–5,5 В, в режиме сна ток потребления составляет менее 100 нА, в режиме пониженного энергопотребления сохраняется содержимое памяти.

CIPs позволяют периферии работать независимо от ядра, в их состав также входят последовательный интерфейс и аналоговые периферийные модули. Благодаря системе объединения периферийных модулей Event System эти модули могут коммутироваться независимо от ядра и могут быть оптимизированы на системном уровне. Это значительно уменьшает энергопотребление, увеличивает производительность и надежность.

Для поддержки 4 новых МК Microchip добавляет онлайн инструмент START для интуитивного графического конфигурирования программных компонентов и индивидуальных встроенных приложений. Этот свободно распространяемый инструмент позволяет оптимизировать структуру ПО, что дает пользователю возможность отвлечься от рутинной работы и сосредоточиться на различных особенностях приложения.

[microchip.com](http://microchip.com)



ТУП «АЛЬФАЧИП ЛИМИТЕД»

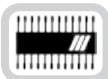
Официальный представитель мировых производителей



220012, г. Минск, ул. Сурганова, 5а, 1-й этаж  
Тел./факс: +375 17 366 76 01, +375 17 366 76 16  
[www.alfa-chip.com](http://www.alfa-chip.com) [www.alfacomponent.com](http://www.alfacomponent.com)

УНП 192525135





# СИНХРОНИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПО СИГНАЛАМ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Большинство современных цифровых систем радиосвязи имеют несколько систем синхронизации, которые располагаются на приемной части радиосистемы. Среди них выделяют: системы синхронизации по несущей частоте (СНН); системы тактовой синхронизации (СТС); системы словной синхронизации (ССС); системы кадровой синхронизации (СКС). В первую очередь выполняется синхронизация по несущей частоте, затем по тактовой частоте, по словной частоте и по кадровой частоте.

■ **Н. М. БОЕВ**, ООО НПП «Автономные аэрокосмические системы – GeoСервис», Институт инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

Для каждой системы синхронизации выделяют два режима работы: режим вхождения в синхронизм (режим поиска); режим слежения. В режиме вхождения в синхронизм осуществляется поиск и обнаружение сигнала, грубая оценка его неизвестных параметров. После чего система захватывает сигнал и переходит в режим слежения, в котором осуществляется точная оценка неизвестных параметров принимаемого сигнала. Переход в синхронный режим может осуществляться при помощи информации, передаваемой в начале сеанса связи или по самому информационному сигналу. Таким образом, эффективность передачи полезных данных снижается из-за затрат на передачу данных, необходимых только для синхронизации и необходимого времени для поиска сигнала и перехода в режим слежения всех систем синхронизации приемника. В связи с этим не теряют актуальности вопросы повышения эффективности работы систем синхронизации.

Одним из методов синхронизации передающего и приемного устройств является принудительная синхронизация с использованием всемирного точного времени. В этом случае метки точного времени на концах линии передачи данных формируются, например, при помощи приемников глобальных спутниковых радионавигационных систем

(СРНС) ГЛОНАСС/GPS/Galileo. Современные приемные устройства СРНС способны синхронизировать временные шкалы пользователя с погрешностью в десятки наносекунд и лучше, что позволяет использовать их для синхронизации цифровых систем связи по несущей частоте.

Предлагается следующая структурная схема синхронизации передающего и приемного устройств по сигналам спутниковых навигационных систем (рисунок 1).

Навигационные приемники передающей и приемной части системы связи служат для определения координат местоположения устройств и синхронизации шкал времени. Определение координат местоположения устройств позволяет вычислить расстояние между передатчиком и приемником системы связи, рассчитать и учесть задержку на распространение сигнала (другим способом определения этой задержки является способ автоматической калибровки, когда передатчик излучает в определенные моменты времени сигнал-маркер, а приемник производит оценку задержки этого сигнала по всемирной шкале времени).

Кроме того, при связи с движущимися объектами, приемник СРНС выдает данные о векторе скорости объекта, что позволяет учесть в системе синхронизации эффект Доплера.



Рисунок 1 – Структурная схема синхронизированной системы связи

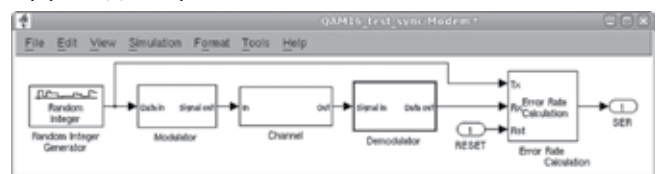


Рисунок 2 – Модель приемопередатчика в Simulink

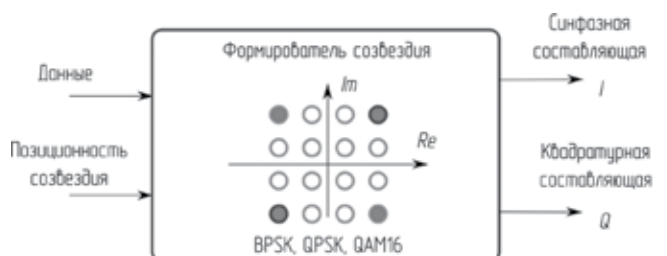


Рисунок 3 – Формирователь комплексной огибающей сигнала



Отличительными особенностями предлагаемого варианта синхронизации являются:

- реализация синхронизации цифровых систем связи по несущей частоте;
- создание возможности построения систем связи без каких-либо дополнительных петель синхронизации;
- реализация возможности использования шкалы всемирного времени для синхронной смены параметров программно-определяемых систем связи.

Использование приемников CPNC для синхронизации шкал времени передатчика и приемника позволяет обеспечить синхронизацию с определенной погрешностью. В общем случае ухудшение работы системы передачи данных, вызванное ошибками синхронизации, зависит от выбранного вида модуляции. Для определения степени влияния ошибок синхронизации шкал времени приемника и передатчика цифровой системы связи были реализованы соответствующие модели в программе Simulink.

Общий вид модели приемопередающего устройства в Simulink показан на рисунке 2.

Данные для формирователя комплексной огибающей сигнала (рисунок 3 и 4) формируются генератором случайных чисел (рисунок 2, Random Integer Generator).

Сформированный сигнал поступает в канал (рисунки 5 и 6), в котором осуществляется моделирование следующих явлений:

- воздействия аддитивного белого гауссова шума;
- частотного и фазового сдвига сигнала вследствие эффекта Доплера и рассогласования шкал времени приемника и передатчика;
- дробной задержки в канале связи;
- замираний сигнала.

Приемная часть системы в базовом виде содержит петлю восстановления несущего колебания (петля с возведением сигнала в квадрат, синфазно-квадратурная петля и др.) и петлю восстановления тактовых импульсов (например, петля Гарднера) (рисунок 7).

Демодуляция принятого сигнала осуществляется по результатам расчета метрик (рисунок 8).

На рисунке 9 показана модель демодулятора (рисунок 8) в Simulink.

Для моделирования принудительной синхронизации передатчика и приемника из приемной части системы связи удаляются петля слежения за фазой и частотой сигнала и петля восстановления тактовых импульсов (рисунок 10), что значительно упрощает структуру приемника.

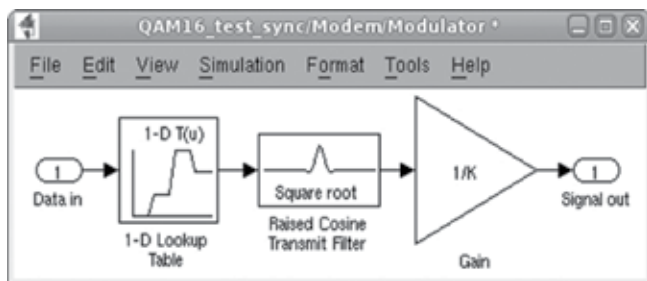


Рисунок 4 – Формирователь комплексной огибающей сигнала в Simulink



Рисунок 5 – Моделирование канала связи

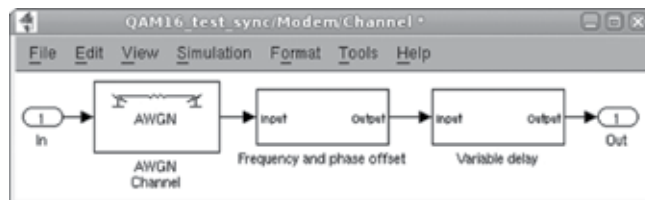


Рисунок 6 – Модель канала связи в Simulink (без моделирования замираний)

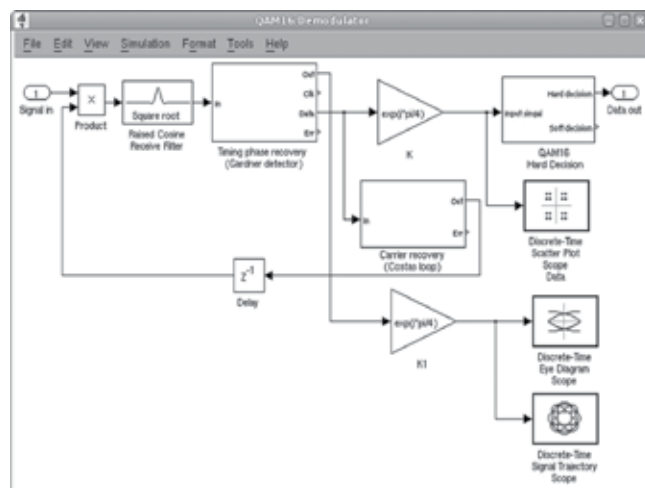


Рисунок 7 – Модель приемника в Simulink с петлями синхронизации по несущей и по символьной частоте

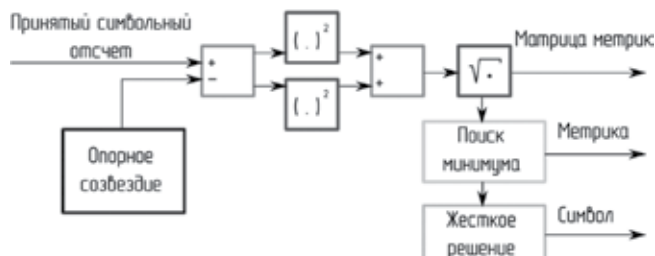


Рисунок 8 – Расчет метрик и демодуляция сигнала

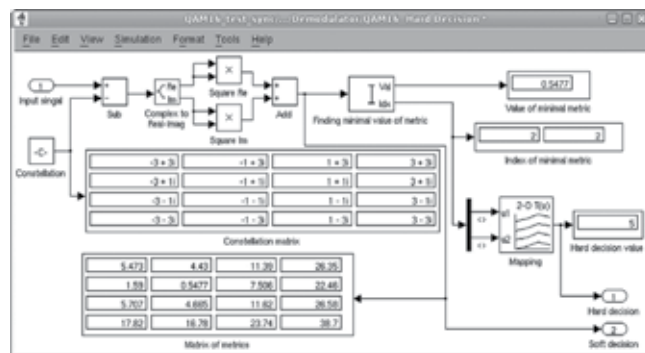


Рисунок 9 – Расчет метрик и демодуляция сигнала в Simulink



Результаты моделирования

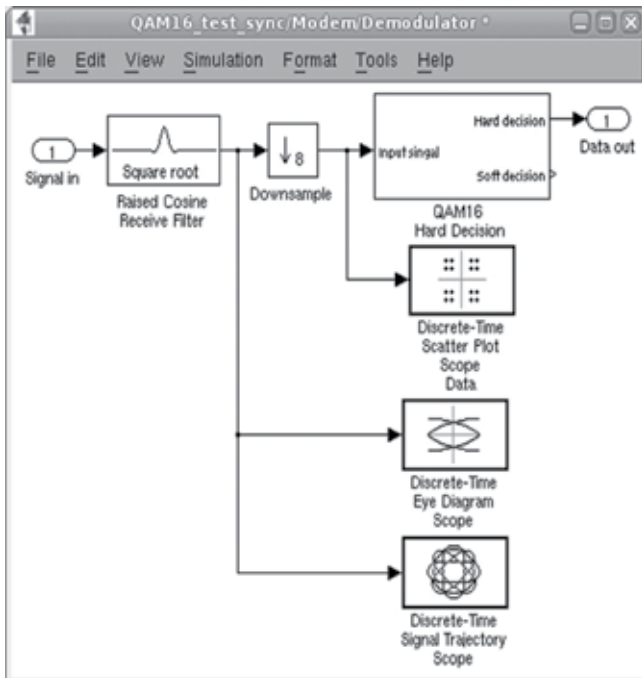


Рисунок 10 – Модель приемника в Simulink без петель синхронизации

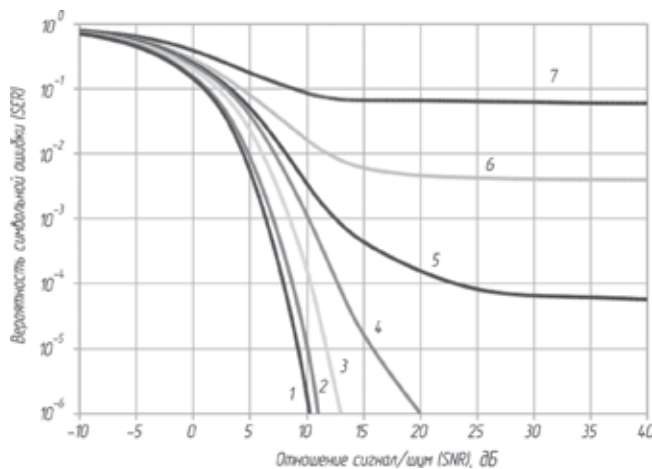


Рисунок 11 – Зависимости вероятности символьной ошибки от отношения сигнал/шум при различном сдвиге временных шкал передатчика и приемника для модуляции QAM16: 1 –  $\pm\Delta T = 0$ ; 2 –  $\pm\Delta T = T_{s/16}$ ; 3 –  $\pm\Delta T = T_{s/8}$ ; 4 –  $\pm\Delta T = T_{s/5}$ ; 5 –  $\pm\Delta T = T_{s/4}$ ; 6 –  $\pm\Delta T = T_{s/3}$ ; 7 –  $\pm\Delta T = T_{s/2}$

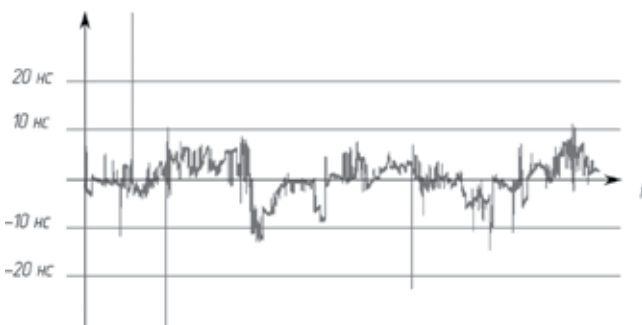


Рисунок 12 – Разность временных шкал двух навигационных приемников ГЛОНАСС за период времени ~11 часов

На рисунке 11 показаны зависимости вероятности символьной ошибки от отношения сигнал/шум для квадратурной амплитудной манипуляции (QAM16) при различных сдвигах временных шкал передатчика и приемника (с условием полной компенсации задержки на распространение сигнала). Задержка в канале носит случайный характер с равномерным распределением. Данные зависимости были получены в ходе моделирования и соответствуют теоретическим выкладкам.

На рисунке 12 приведена экспериментально полученная зависимость разности временных шкал приемников навигационной системы ГЛОНАСС, находящихся на расстоянии 5 км.

Таким образом, при ошибке синхронизации до  $\pm 10$  нс возможна передача данных с периодом следования символов 80 нс. Потери в этом случае составят 3 дБ для вероятности символьной ошибки  $10^{-5}$  (зависимость 3 на рисунке 11). Увеличение периода следования символов при той же вероятности символьной ошибки в два раза (160 нс) уменьшит потери до 1 дБ (зависимость 2 на рисунке 11), а уменьшение периода следования символов в два раза (40 нс) увеличит потери до 7 дБ (зависимость 4 на рисунке 11).

Для тактирования гетеродинов (петель ФАПЧ) преобразователей частоты передатчика и приемника предполагается использование опорной частоты 10 МГц навигационных приемников. При этом возникает ряд проблем, которые приводят к фазовому рассогласованию при приеме сигнала и, как следствие, к повороту сигнального созвездия, что приводит к повышению вероятности ошибки. На рисунке 13 показаны графики зависимостей вероятности символьной ошибки от отношения сигнал/шум при различных дисперсиях фазового шума, распределенного по нормальному закону. При этом ошибка смещения шкал времени лежит в диапазоне  $\pm\Delta T = T_{s/4} \cdot \rho$

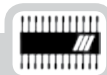
Как видно из рисунка 13, одновременная ошибка синхронизации шкал времени и фазовая ошибка приводят к заметному ухудшению работы системы связи. Поэтому в каждом конкретном случае реализации системы связи необходимо учитывать все ошибки синхронизации одновременно и в случае необходимости применять дополнительные меры для их компенсации.

Для подтверждения результатов теоретических расчетов и моделирования был поставлен эксперимент. На рисунке 14 показана структурная схема экспериментальной установки.

Двухканальный генератор прямоугольных импульсов (рисунок 14) формирует опорные колебания для тактирования БЦОС и гетеродинов приемника и передатчика. Использование одного двухканального генератора позволяет формировать два опорных колебания с известным фазовым и частотным рассогласованием. Приемник и передатчик цифровой системы связи работают в штатном режиме, сигнал с выхода преобразователя частоты поступает на двухканальный осциллограф для отображения траектории вектора комплексной огибающей сигнала.

На рисунке 15 показана глазковая диаграмма одной из квадратурных составляющих принимаемого сигнала при тактировании передатчика и приемника от одного источника тактовых импульсов.





**Заключение**

В ходе проведенных испытаний была подтверждена возможность использования радионавигационных систем для синхронизации цифровых систем связи. Анализ полученных в ходе эксперимента данных показал необходимость контролирования начальной фазы синтезатора частот гетеродина. Вследствие асинхронной инициализации синтезаторов частот передатчика и приемника возникает фазовый сдвиг между несущими колебаниями, который приводит к повороту созвездия. Устранить данный фазовый сдвиг можно двумя способами: синхронной синфазной инициализацией синтезаторов частот гетеродинов передатчика и приемника или введением в приемный тракт петли фазовой синхронизации.

Синхронизация устройств цифровой связи с использованием приемников СРНС позволяет упростить структуру приемника и значительно сократить затраты на синхронизацию приемного устройства. Работа подобного устройства принудительной синхронизации не зависит от мощности шума на входе приемника, что позволяет исключить зависимость вероятности ошибки от соотношения сигнал/шум, характерную для классических систем синхронизации. В случае, когда полное исключение систем синхронизации невозможно, комплексирование системы связи с навигационной системой позволяет:

- адаптивно изменять параметры петель синхронизации для более быстрого перехода в режим слежения;
- использовать упрощенные системы синхронизации;
- использовать шкалу абсолютного времени для синхронной смены основных параметров радиосистемы (модуляции, кодирования, шифрования и др).

На рисунке 16 показаны условия по необходимому отношению сигнал/шум на входе приемника и относительной ошибке синхронизации временных шкал приемника и передатчика для поддержания вероятности символьной ошибки на заданном уровне ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  и  $10^{-5}$  для модуляции КАМ16).

В таблицу 1 сведены потери в канале связи для различных скоростей передачи данных при ошибке синхронизации временных шкал 20 нс (рисунок 12) для модуляции КАМ16 и заданной вероятности символьной ошибки  $10^{-5}$ .

Таблица 1 – Потери в канале связи, вызванные относительной ошибкой синхронизации временных шкал приемника и передатчика

Скорость передачи данных, МБод	Потери, дБ
3,125	1
6,25	3
10	7
Передача с заданной вероятностью символьной ошибки и с более высокой скоростью невозможна	—

Как видно из таблицы 1, современные радионавигационные системы способны обеспечить синхронность работы высокоскоростных цифровых систем передачи данных при приемлемом уровне потерь.

[uav-siberia.com](http://uav-siberia.com)

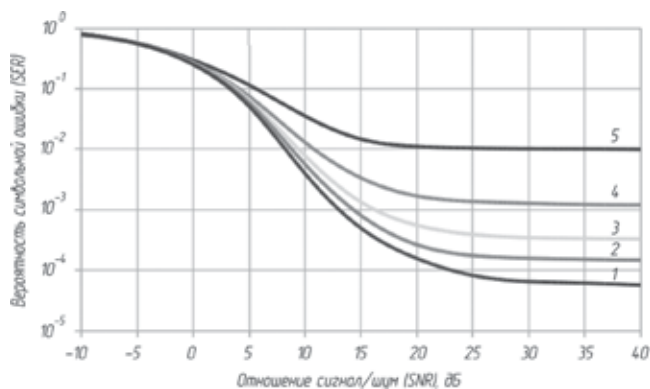


Рисунок 13 – Зависимости вероятностей символьной ошибки от отношения сигнал/шум при различных значениях дисперсии фазового шума и ошибке смещения шкал времени  $\pm \Delta T = T_{s/4}$  для модуляции КАМ16: 1 –  $\sigma^2 = 0$ ; 2 –  $\sigma^2 = \pi/8$ ; 3 –  $\sigma^2 = \pi/4$ ; 4 –  $\sigma^2 = \pi/2$ ; 5 –  $\sigma^2 = \pi$

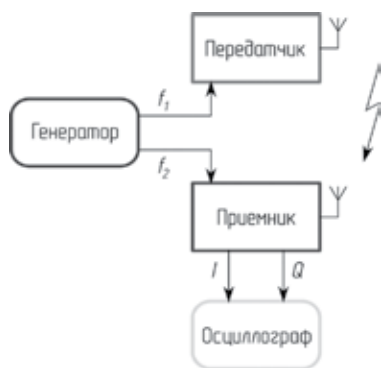


Рисунок 14 – Структурная схема экспериментальной установки

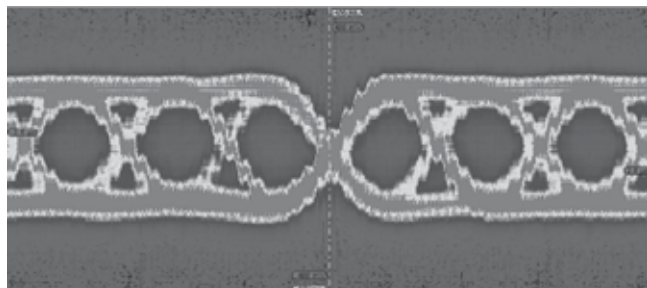


Рисунок 15 – Глазковая диаграмма одной из квадратурных составляющих приемного тракта

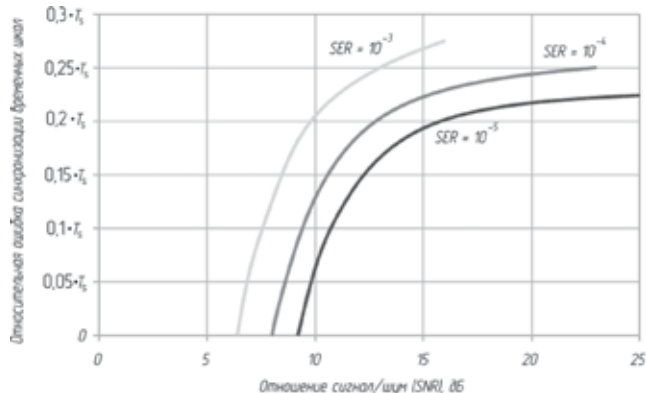


Рисунок 16 – Необходимые условия по относительной ошибке синхронизации временных шкал приемника и передатчика и отношения сигнал/шум для поддержания вероятности символьной ошибки на заданном уровне (модуляция КАМ16)



# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ХАРАКТЕРИСТИКУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОЙ ГИДРОАППАРАТУРЫ И СПОСОБ ЕГО КОМПЕНСАЦИИ

УДК 621.38

А.В. Ковалев, В.А. Черухин,  
УО «ГГТУ им. П.О. Сухого»

## Аннотация

В данной статье проведен анализ влияния температуры рабочей жидкости на характеристику управления пропорциональной гидроаппаратуры при различном управляющем токе пропорционального электромагнита. Предложен вариант компенсации влияния температуры рабочей жидкости на характеристику управления пропорциональной гидроаппаратуры в виде аппаратно-программного комплекса, который позволит снизить погрешность до уровня  $\pm 3,5\%$ .

## Введение

Для обеспечения необходимых потребительских свойств ручные регуляторы расхода, поставляемые заводом-изготовителем в составе мобильных гидросистем, дополняются электронными системами управления с заданным алгоритмом работы.

Для того, чтобы связать гидропривод с электронной системой управления используют пропорциональные электромагниты (ПЭМ). Якорь ПЭМ механически соединен с золотником пропорционального регулятора. При изменении положения якоря меняет свое положение и золотник, тем самым регулируя потоки гидрожидкости. Подобное управление исключает недостатки ручных регуляторов расхода, однако требует обслуживания специалистами как в области гидравлики, так и электроники [1].

Гидрожидкость обеспечивает геометрические связи между отдельными узлами конструкции гидроаппарата (предотвращение зацепа элементов гидрооборудования). Кроме того, она в гидроприводе выполняет ряд важных функций, таких как: смазывание соприкасающихся поверхностей, отвод тепла от трущихся элементов, антикоррозийная защита, удаление продуктов износа и других загрязняющих компонентов из области трения, снижение уровня шума и вибрации агрегатов гидросистемы [2].

Одним из важных смазывающих свойств гидрожидкости является зависимость ее вязкости от температуры. На рисунке 1а показан график зависимости вязкости гидрожидкости ВМГЗ от ее температуры [3].

На рисунке 1б показан график зависимости КПД насоса НШ-32 от изменения температуры гидравлического масла ВМГЗ при номинальных значениях давления нагнетания и частоты вращения насоса [3]. Из графика следует, что в зоне наиболее низких температур ( $-50...40^\circ\text{C}$ ) резко снижается КПД из-за того,

что рабочий объем насоса не заполнен маслом по причине чрезмерно высокого гидравлического сопротивления потоку на всасывающей магистрали. На следующем участке графика (от  $-40$  до  $-35^\circ\text{C}$ ), несмотря на приемлемое значение КПД, работа некоторых насосов может сопровождаться шумом, характерным для явлений кавитации, и пульсацией потока.

Данная статья является продолжением статьи [4] и преследует следующие цели: ввиду широкого распространения систем управления с ПЭМ необходимо узнать, каким образом температура гидрожидкости влияет на характеристику управления пропорциональной гидроаппаратуры при различном управляющем токе ПЭМ, а также предложить вариант компенсации влияния температуры гидрожидкости на расход гидромотора.

## Основная часть

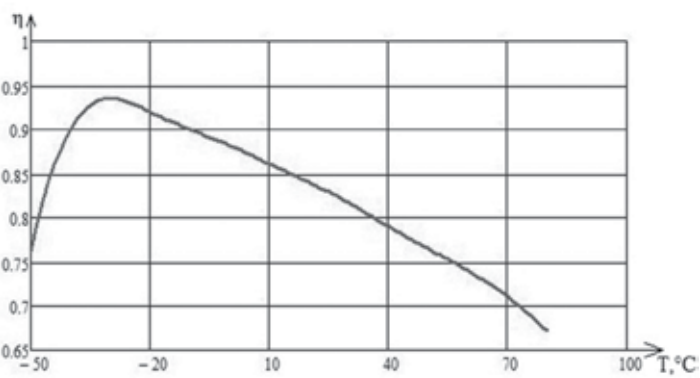
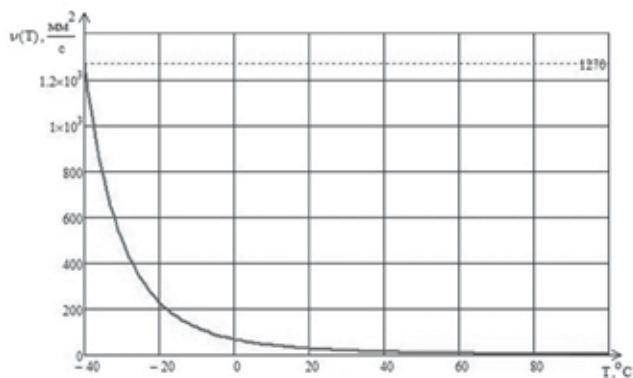
Зная характеристику зависимости расхода РЖ гидронасосом от значения тока ПЭМ [4] и зависимость изменения КПД гидронасоса от температуры РЖ, можно получить зависимость расхода гидронасоса от управляющего тока ПЭМ при изменении рабочей температуры РЖ. На рисунке 2 отображена данная характеристика. При этом приведенная погрешность расхода гидронасоса при заданной температуре РЖ варьируется в диапазоне от  $-25\%$  до  $+150\%$ .

Анализируя полученное семейство характеристик расхода РЖ гидромотором, имеет смысл ввести в управляющий сигнал регулятора расхода корректировку по температуре. Для этого предлагается провести аппроксимацию полученного семейства характеристик расхода РЖ гидромотором с помощью следующего выражения:

$$f(T, Q(I)) = \begin{cases} Q_1(I) = A_1 \cdot I^4 + B_1 \cdot I^3 + C_1 \cdot I^2 + D_1 \cdot I + T'_0 - k_1 T_1 \\ \vdots \\ Q_n(I) = A_n \cdot I^4 + B_n \cdot I^3 + C_n \cdot I^2 + D_n \cdot I + T'_0 - k_n T_n \end{cases}, \quad (1)$$

где  $A, B, C, D, T'_0, k, T$  – коэффициенты, вычислив которые можно получить итоговую зависимость расхода РЖ гидромотором от управляющего тока ПЭМ при изменении температуры РЖ. На рисунке 3а показана данная характеристика, на рисунке 3б приведенная погрешность аппроксимации.

Таким образом, если в сигнал управления расходом рабочей жидкости ввести корректирующую составляющую по температуре гидрожидкости, то это



а

б

Рисунок 1 – Свойства гидрожидкости: а – вязкостно-температурная кривая VMГЗ, б – зависимость КПД насоса НШ-32 от изменения температуры гидравлического масла VMГЗ

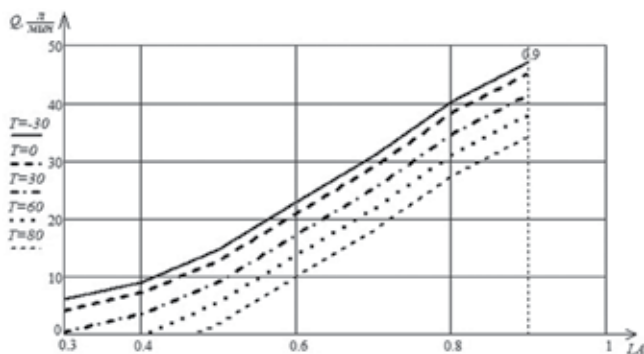


Рисунок 2 – Зависимость расхода гидронасоса от управляющего тока ПЭМ при изменении рабочей температуры

позволит снизить погрешность расхода до уровня  $\pm 3,5\%$  (рисунок 3б).

Задачу определения управляющего воздействия можно разделить на два частных случая: увеличение температуры РЖ (рисунок 4а) и ее уменьшение (рисунок 4б).

Пусть в первоначальный момент времени расход РЖ гидромотором составляет  $Q_1$ , который соответствует  $I_1$ , току, приложенному к ПЭМ (точка 1, рисунок 4а, 4б).

В случае роста температуры происходит следующее (рисунок 4а): вязкость гидрожидкости уменьшается, что приводит к уменьшению расхода гидромотора ниже заданного уровня (точка 2, рисунок 4а). Чтобы вернуться к заданному расходу РЖ (точка 3, рисунок 4а) необходимо подтянуть ток на ПЭМ до уровня  $I_2$ , а для этого ток  $I_1$  необходимо увеличить на величину  $\Delta I$ .

$\Delta I = I_2 - I_1$  – является искомым управляющим воздействием.

В случае уменьшения температуры (рисунок 4б) происходит обратный процесс: вязкость гидрожидкости увеличивается, что приводит к росту расхода гидромотора выше заданного уровня (точка 2, рисунок 4б). Для того, чтобы вернуться к исходному заданному значению расхода, необходимо изменить ток на ПЭМ  $I_1$  на величину  $\Delta I$ . Однако в этом случае  $\Delta I = I_1 - I_2$ .

На рисунке 5 отображена блок-схема алгоритма работы основной подпрограммы нахождения управляющего воздействия.

В блоках 3, 9 проводится проверка, изменилась ли нынешняя температура  $T_0$  относительно предыдущей температуры  $T_{нач}$ . В блоках 4, 10 проводится проверка принадлежности текущей температуры  $T_0$  диапазону температур температурной кривой (рисунки 9, 10).

Блоки 5, 11 осуществляют поиск нового диапазона температур в случае, если  $T_0$  вышла за границы диапазона температур  $[T_1; T_2]$  и выводит соответствующий набор коэффициентов выражения (1). Были выбраны следующие диапазоны температур (рисунок 3):

1.  $T_0 < -15^\circ\text{C}$  для работы по характеристике расхода РЖ  $T = -30^\circ\text{C}$ ;
2.  $-15^\circ\text{C} \leq T_0 < 15^\circ\text{C}$  для работы по характеристике расхода РЖ  $T = 0^\circ\text{C}$ ;
3.  $15^\circ\text{C} \leq T_0 < 45^\circ\text{C}$  для работы по характеристике расхода РЖ  $T = 30^\circ\text{C}$ ;
4.  $45^\circ\text{C} \leq T_0 < 70^\circ\text{C}$  для работы по характеристике расхода РЖ  $T = 60^\circ\text{C}$ ;
5.  $T_0 \geq 70^\circ\text{C}$  для работы по характеристике расхода РЖ  $T = 80^\circ\text{C}$ .

Блок-схема алгоритма работы блоков 5 и 11 показана ниже на рисунке 12.

В блоках 6, 12 происходит расчет тока  $I_2$  (рисунок 4). Данное действие происходит в два этапа:

1. Вычисление значения первоначального расхода  $Q_1$ , зная значения температуры  $T_{нач}$ , тока  $I_1$  и коэффициентов выражения (1);
2. Вычисление значения тока  $I_2$  как корня уравнения четвертой степени следующего вида:

$$A_2 \cdot I_2^4 + B_2 \cdot I_2^3 + C_2 \cdot I_2^2 + D_2 \cdot I_2 + T_0 - k_2 T_0 - Q_1 = 0. \quad (2)$$

Блок-схемы алгоритма работы блоков 6 и 12 показаны ниже на рисунке 7.

В блоках 7, 13 вычисляется необходимое приращение тока  $\Delta I$ . После чего блоками 8, 14 вычисленное приращение тока выводится в основную программу управления расходом гидромотора.



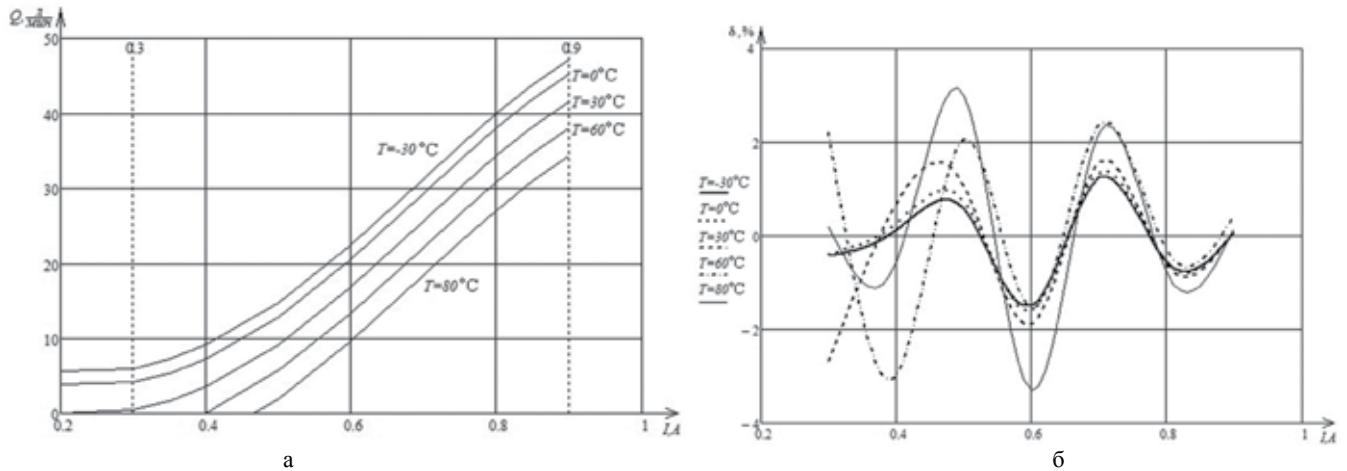


Рисунок 3 – Семейство характеристик расхода РЖ гидромотором и оценка приведенной погрешности

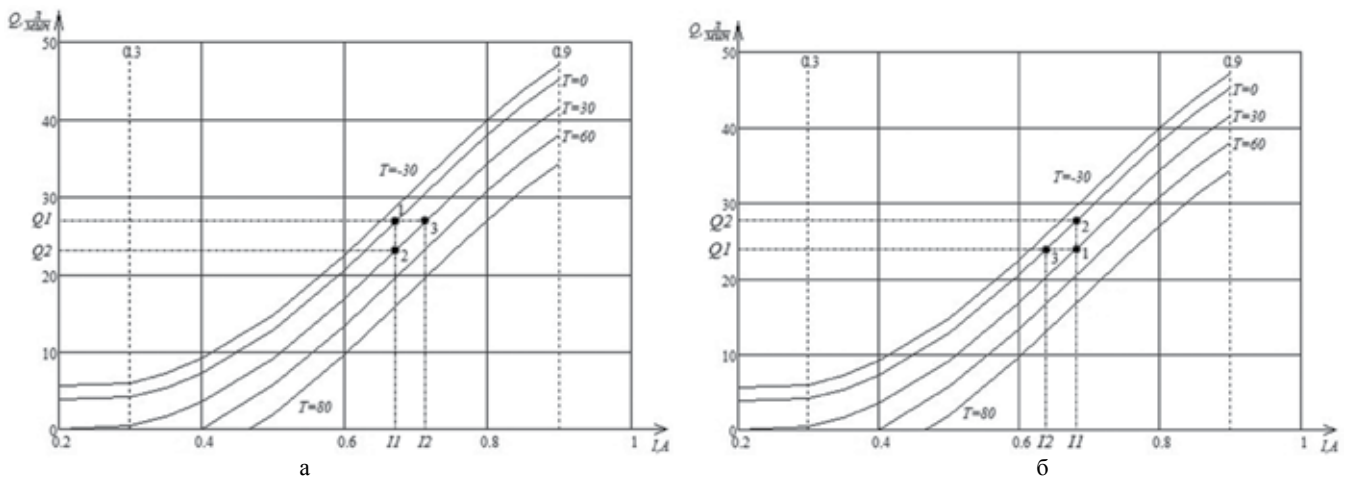


Рисунок 4 – Графическое отображение алгоритма нахождения управляющего воздействия

Вычисление значения тока  $I_2$ , которое выполняется в блоке 4 (рисунок 7а и более подробно рисунок 7б), предлагается осуществить методом Феррари, с помощью которого можно решать уравнения четвертой степени. Метод Феррари состоит из двух этапов [5]:

1. На первом этапе уравнения вида

$$a_0 \cdot x^4 + a_1 \cdot x^3 + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x + a_4 = 0, \quad (3)$$

где  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$  – произвольные вещественные числа, причем  $a_0 \neq 0$ , приводятся к уравнениям четвертой степени, у которых отсутствует член с третьей степенью неизвестного;

2. На втором этапе полученные уравнения решаются при помощи разложения на множители. Чтобы найти требуемое разложение на множители, необходимо будет решить одно кубическое и два квадратных уравнения.

Для выполнения первого этапа выполняется следующая последовательность действий:

1. Уравнение вида (3) делится на старший коэффициент  $a_0$ , после чего уравнение (3) примет вид:

$$x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0, \quad (4)$$

где  $a, b, c, d$  – произвольные вещественные числа;

2. Производится замена  $x = y - a/4$ , где  $y$  – новая переменная. После введения замены и упрощения выражения уравнение (4) примет вид:

$$y^4 + y^2(b - \frac{3a^2}{8}) + y(\frac{a^3}{8} - \frac{ab}{2} + c) - \frac{3a^4}{256} + \frac{a^2b}{16} - \frac{ca}{4} + d = 0; \quad (5)$$

3. Далее, при введении обозначения  $p = b - 3a^2/8$ ,  $q = a^3/8 - ab/2 + c$ ,  $r = -3a^4/256 + a^2b/16 - ca/4 + d$ , уравнение (5) примет вид:  $y^4 + py^2 + qy + r = 0$ . (6)

Для выполнения второго этапа метода Феррари выполняется следующая последовательность действий:

1. При добавлении и вычитании в левой части уравнения (6) выражение  $2sy^2 + s^2$ , где  $s$  – некоторое число, уравнение (6) после упрощения примет вид:

$$(y^2 + s)^2 + (p - 2s) \left( y + \frac{q}{2(p - 2s)} \right)^2 + r - s^2 - \frac{q^2}{4(p - 2s)} = 0; \quad (7)$$

2. Если выбрать число  $s$  так, чтобы оно являлось решением уравнения,

$$r - s^2 - \frac{q^2}{4(p - 2s)} = 0 \quad (8)$$

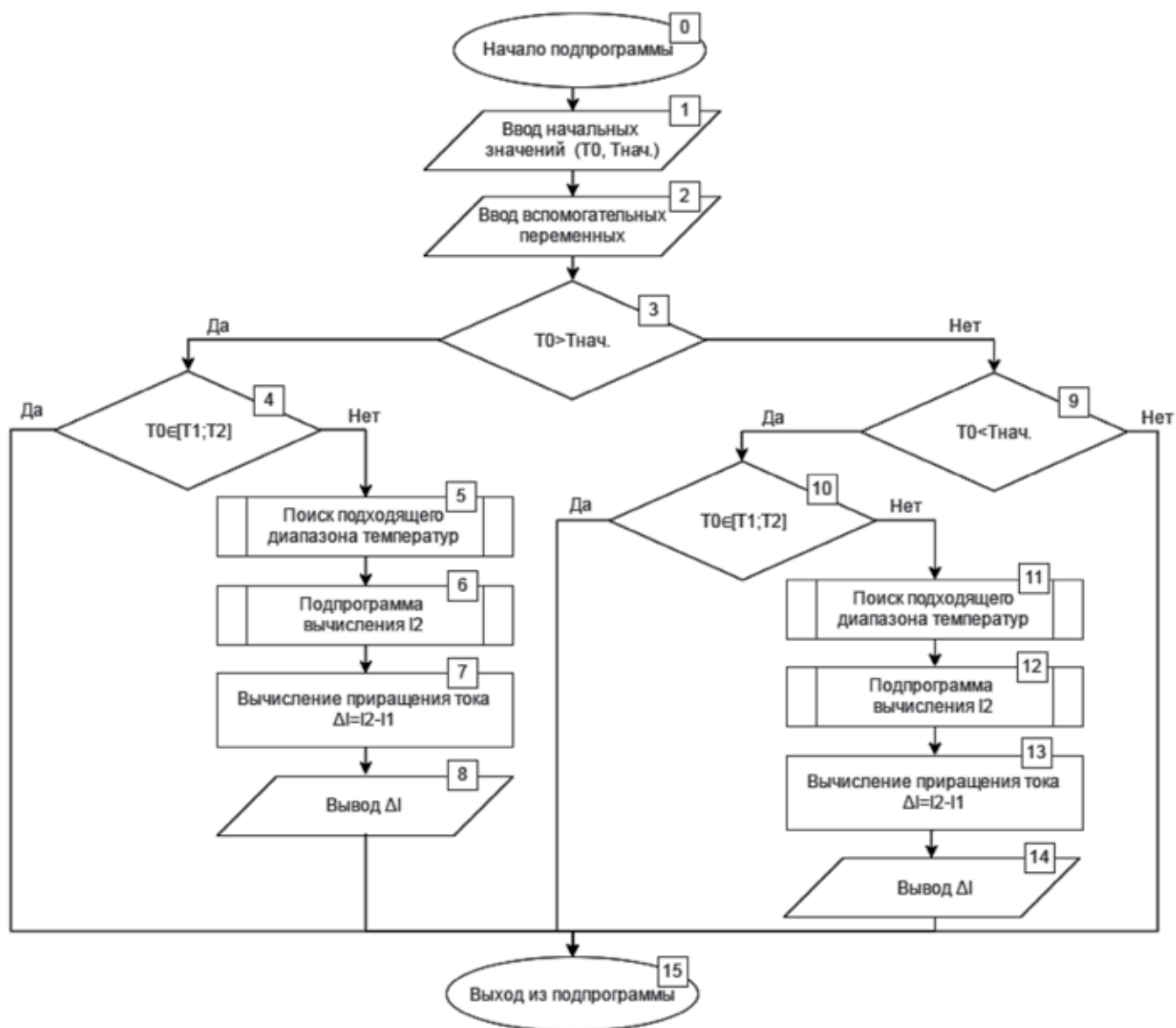


Рисунок 5 – Блок-схема основной подпрограммы алгоритма

то уравнение (7) примет следующий вид:

$$(y^2 + s)^2 + (p - 2s) \left( y + \frac{q}{2(p - 2s)} \right)^2 = 0, \quad (9)$$

а после упрощения:  $2s^3 - ps^2 - 2rs + rp - q^2/4 = 0$ . (10)

Блок-схема алгоритма работы подпрограммы вычисления корня уравнения (8) показан на рисунке 7в. Полученное уравнение (10) называют кубической резольвентой уравнения четвертой степени (6);

3. Если решение кубической резольвенты (10) найдено, то уравнение (9) можно решить, разложив его левую часть на множители с помощью формулы сокращенного умножения разности квадратов. Т.е.:

$$(y^2 + s)^2 + (p - 2s) \left( y + \frac{q}{2(p - 2s)} \right)^2 = 0 \Leftrightarrow \left( y^2 - y\sqrt{2s - p} + \frac{q}{2\sqrt{2s - p}} + s \right) \left( y^2 + y\sqrt{2s - p} - \frac{q}{2\sqrt{2s - p}} + s \right) = 0.$$

После чего для завершения вывода метода Ферри остается решить два квадратных уравнения:

$$y^2 - y\sqrt{2s - p} + \frac{q}{2\sqrt{2s - p}} + s = 0 \text{ и } y^2 + y\sqrt{2s - p} - \frac{q}{2\sqrt{2s - p}} + s = 0.$$

Решение кубического уравнения (8) предлагается выполнить с помощью формулы Кардано [5]. Вывод данной формулы выполняется в два этапа:

1. Уравнение вида  $a_0x^3 + a_1x^2 + a_2x + a_3 = 0$ , (11) где  $a_0, a_1, a_2, a_3$  – произвольные вещественные числа, причем  $a_0 \neq 0$ , приводятся к трехчленному кубическому уравнению, уравнению с отсутствующим членом со второй степенью переменной.

2. Полученное трехчленное кубическое уравнение решается сведением к квадратному уравнению.

Для сведения уравнения (11) к трехчленному виду делается следующее:

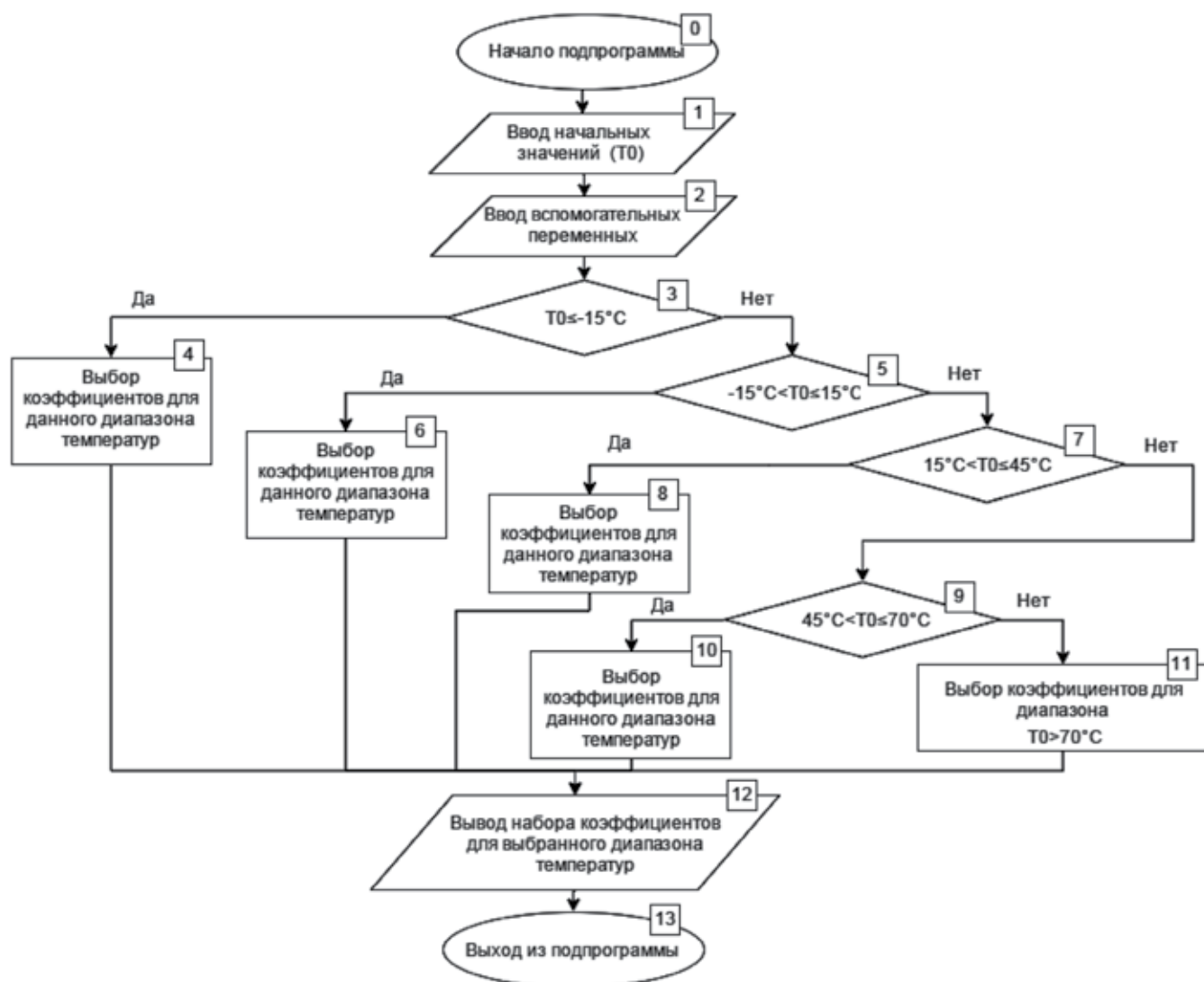


Рисунок 6 – Блок-схема подпрограммы поиска нового диапазона температур

1. Уравнение (11) делится на старший коэффициент  $a_0$ , после чего уравнение (11) примет вид:

$$x^3 + ax^2 + bx + c = 0, \quad (12)$$

где  $a, b, c$  – произвольные вещественные числа;

2. Производится замена  $x = y - a/3$ , где  $y$  – новая переменная. Уравнение (12) примет вид:

$$y^3 + \left(b - \frac{a^2}{3}\right)y + c + \frac{2a^3}{27} - \frac{ab}{3} = 0; \quad (13)$$

3. Производится замена  $p = b - a^2/3$ ,  $q = c + 2a^3/27 - ab/3$ . Уравнение (13) примет вид:  $y^3 + py + q = 0$ . (14)

Для сведения уравнения (14) к квадратному уравнению делается следующее:

1. Производится замена  $y = z - p/3z$ , где  $z$  – новая переменная. Уравнение (14) после упрощения можно переписать следующим образом:  $z^3 - p^3/27z^3 + q = 0$ ; (15)

2. Если домножить уравнение (15) на  $z^3$ , то можно получить квадратное уравнение относительно  $z^3$ :

$$z^6 + qz^3 - p^3/27 = 0; \quad (16)$$

3. Решая уравнение (16), можно получить два корня:

$$z_1 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} \quad \text{и} \quad z_2 = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}, \quad \text{и в соответствии с } y = z - p/3z \text{ вытекает, что } y_1 = z_1 - p/3z_1, \text{ а } y_2 = z_2 - p/3z_2;$$

4. Переписав  $y_1$  и  $y_2$  в развернутом и упрощенном виде, можно увидеть, что  $y_1 = y_2 = z_1 + z_2$  и для решения уравнения (14)

$$y = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}} - \text{формула Кардано.}$$

На рисунке 7б в блоке 6 блок-схемы алгоритма работы нахождения  $I_2$  выполняется выбор подходящего корня. Более подробно этот процесс описан в блок-схеме на рисунке 8. В данной подпрограмме выполняется отсеивание корней меньше либо равных нулю (блоки 2-8), а также не соответствующих току  $I_1$  (блоки 10-19), т.е. в случае роста температуры гидрожидкости  $I_2$  должно быть больше  $I_1$ , а в случае падения температуры – наоборот. Если таких корней несколько, то в блоках 21-30 производится выбор наиболее подходящего относительно первоначального расхода гидромотора.



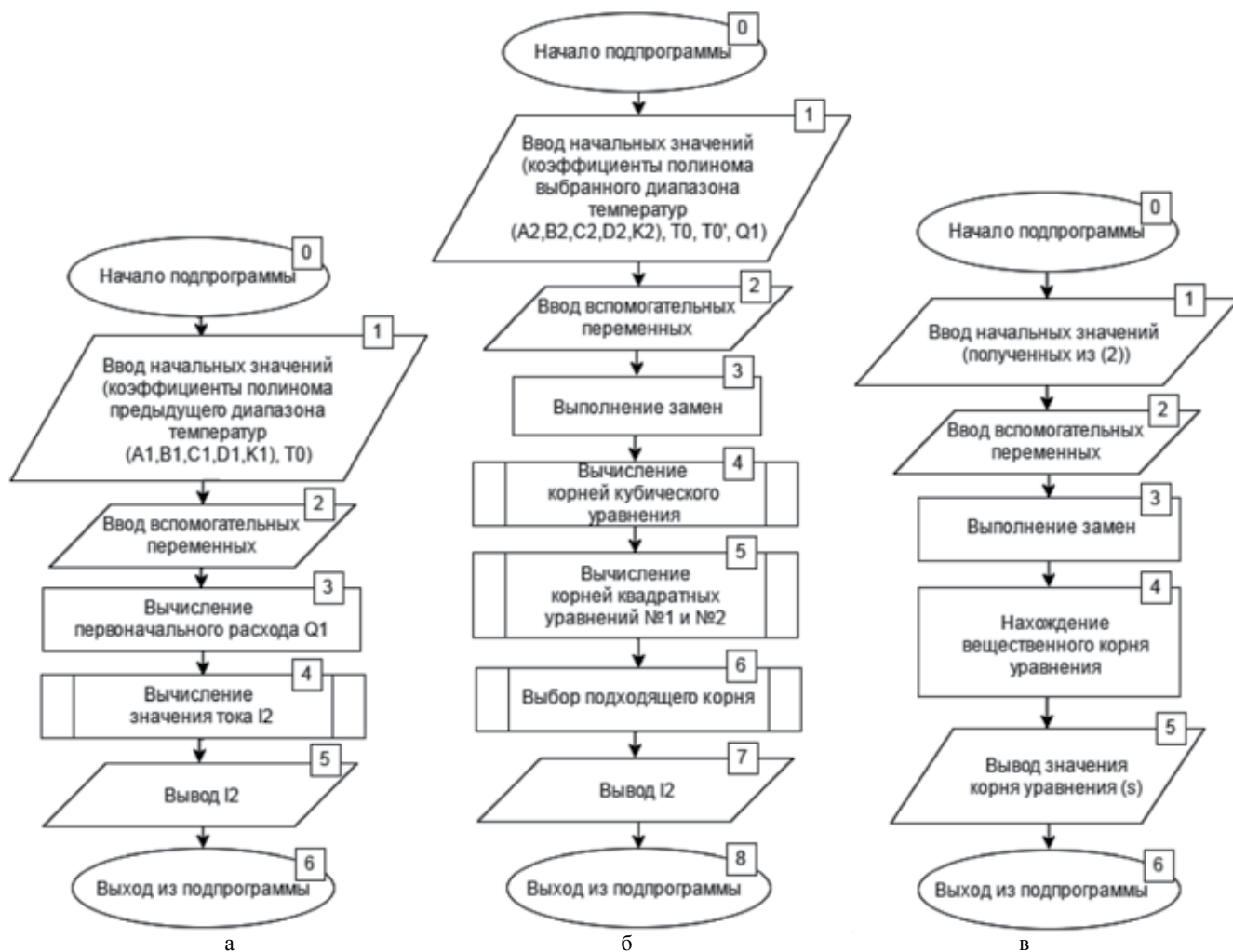


Рисунок 7 – Блок-схемы алгоритма работы подпрограмм вычисления значения тока  $I_2$ : а – основная подпрограмма; б – подпрограмма вычисления значения тока  $I_2$ ; в – подпрограмма вычисления корней кубического уравнения

**Заключение**

1. Показано, что в диапазоне изменения температур рабочей жидкости от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  погрешность уставки заданного расхода жидкости в серийно выпускаемом гидрооборудовании через исполнительный орган может достигать 150 %.

2. Если в системы управления расходом рабочей жидкости ввести сигнал управления распределителем и в виде программно-аппаратного комплекса по предложенному алгоритму, то это позволит снизить погрешность до уровня  $\pm 3,5\%$ .

3. Предложенный вариант компенсации влияния температуры рабочей жидкости на характеристику управления пропорциональной гидроаппаратуры можно реализовать на микроконтроллере и встроить его в электронный блок управления ПЭМ.

**Литература:**

1. Scholz, D. Proportional hydraulics / D. Scholz. – Copyright by Festo Didactic GmbH & Co. – Denckendorf. – 2002. – 124 p.  
 2. Никитин, О.Ф. Рабочие жидкости гидроприводов. Классификация, свойства, рекомендации по вы-

бору и применению / О.Ф. Никитин. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 151 с.

3. Особенности эксплуатации объемного гидропривода в условиях низких температур [Электронный ресурс] / Основные средства. – Режим доступа: <http://www.os1.ru/article/7170-osobennosti-ekspluatatsii-obemnogo-gidroprivoda-v-usloviyah-nizkih-temperatur/>. – Дата доступа: 15.02.2016.

4. Ковалев, А. В. Анализ влияния гистерезиса пропорционального электромагнита на погрешность пескосолераспределения комбинированной машины в автоматическом режиме / А.В. Ковалёв [и др.] // Вестник ГГТУ. – 2015, №1. – С. 58-64.

5. Корн, Г. А. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. А. Корн, Т. М. Корн. – Санкт-Петербург: Лань, 2003. – 831 с.

**Abstract**

In this article the analysis of influence of temperature of working liquid on the characteristic of management of the proportional hydroequipment at various operating current of

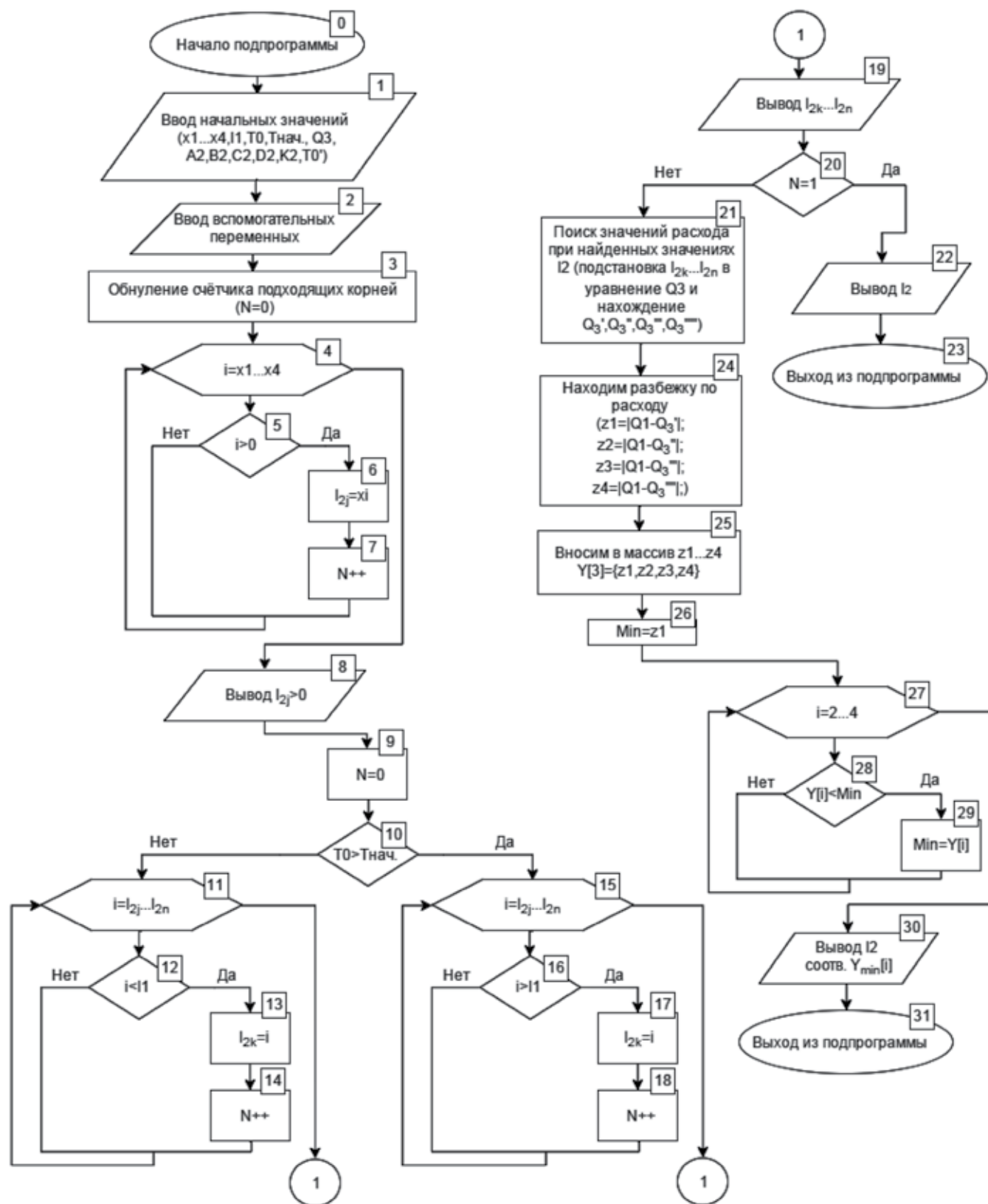


Рисунок 8 – Блок-схема алгоритма работы подпрограммы выбора подходящего корня

a proportional electromagnet is carried out. The option of compensation of influence of temperature of working liquid on the characteristic of management of the proportional

hydroequipment in the form of hardware and software which will allow to lower an error to the level of  $\pm 3,5\%$  is offered.

*Поступила в редакцию 07.09.2016 г.*



# МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР ДЛЯ КОРМОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

УДК 621.317.441

В.А. Карпов, Д.В. Соболев, УО «ГГТУ им. П.О. Сухого»

## Аннотация

Разработан металлодетектор для защиты кормоуборочной техники с применением в качестве чувствительных элементов – элементов Холла. Данное техническое решение позволяет добиться независимости чувствительности металлодетектора от производительности кормоуборочной техники, что являлось достаточно серьезной проблемой при использовании традиционных металлодетекторов на основе индукционного принципа действия. За счет этого разработанный металлодетектор значительно лучше справляется с задачей своевременного обнаружения ферромагнитных включений в потоке кормомассы. Простота интегрирования разработки в имеющуюся конструкцию магнитной системы для индукционного металлодетектора кормоуборочных машин существенно снижает экономические издержки при поставке на серийное производство.

## Введение

Металлодетекторы являются неотъемлемой частью современной кормоуборочной техники, поскольку позволяют предотвратить попадание металлических включений в измельчающий барабан и тем самым – вынужденный простой дорогой сезонной техники, обусловленный ремонтом, [1...3].

Общепринятым способом компоновки металлодетектора является его установка в нижнем формующем валце, изготовленном из неферромагнитного материала – немагнитной нержавеющей стали. Верхний формующий валец изготавливается из обычной стали (рисунок 1). Ферромагнитные включения, попадая в зону контроля металлодетектора, приводят к его срабатыванию, следствием которого является включение вращения формующих валцов в противоположную сторону – реверс. С высокой степенью вероятности при этом ферромагнитное включение вместе с кормомассой удаляется из зоны контроля и при дальнейшей подаче не попадает в измельчающий аппарат, предотвращая его поломку [4, 5].

Традиционно металлодетектор в кормоуборочной технике реализуется на основе индукционного принципа действия, сущность которого заключается в следующем. Зона контроля (магнитное поле) создается Ш-образным магнитопроводом, где в качестве центрального стержня используются постоянные магниты, с верхней стороны которых устанавливается ферромагнитная планка (иногда не устанавливается), обеспечивающая равномерность магнитного поля вдоль оси вальца. Постоянные магниты охвачены сигнальными обмотками, являющимися чувствительными элементами (рисунок 2). Ферромагнитное включение, попадая в зону контроля, изменяет магнитный поток, пронизывающий чувствительные элементы, и наводит в них ЭДС,

которая является признаком наличия ферромагнитного включения в кормомассе. Дальнейшая схема обработки, к которой подключены чувствительные элементы, вырабатывает электрический сигнал на реверс вращения формующих валцов. ЭДС в данном случае пропорциональна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего чувствительные элементы [6, 7].

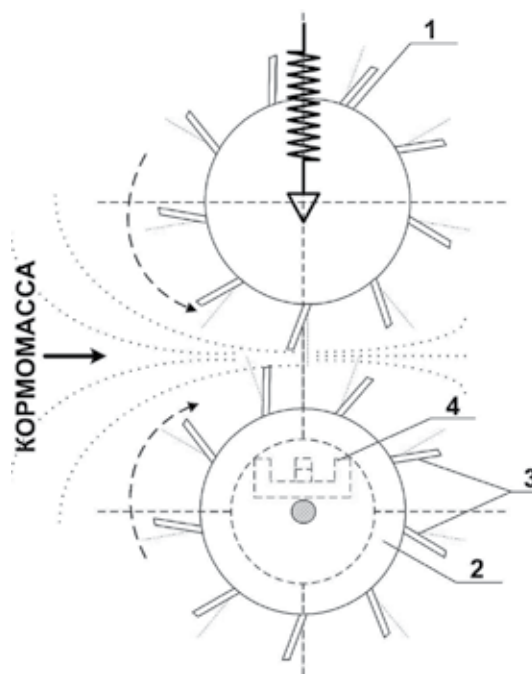


Рисунок 1 – Расположение формующих валцов: 1 – верхний; 2 – нижний; 3 – лопатки; 4 – металлодетектор

Недостатком данного способа реализации металлодетектора является зависимость полезного сигнала от скорости движения ферромагнитного включения, т.е. от производительности кормоуборочной техники.

Кроме того, изготовление нижнего немагнитного вальца связано с высокими технологическими требованиями, заключающимися в исходном контроле немагнитной высоколегированной нержавеющей стали на наличие ферромагнитных включений; предотвращение появления ферромагнитных включений, образовавшихся за счет изменения структуры металла за счет сварки, наклепа, деформации и прочего. Данные технологические требования соблюдаются далеко не всегда, что приводит к появлению ферромагнитных фрагментов на поверхности вальца, особенно в местах соединения его цилиндрической поверхности с лопатками. Следствием этого является появление в чувствительных элементах ЭДС с частотой, в  $n$  раз превышающую частоту вращения вальца, где  $n$  – число лопаток. Данное обстоятельство существенно ограничивает чувствительность обрабатываемой схемы.



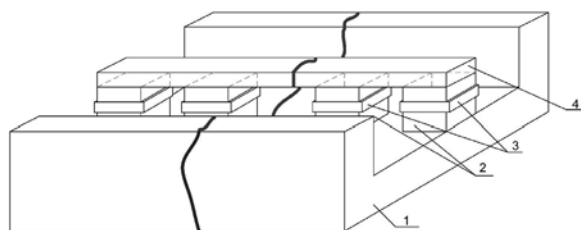


Рисунок 2 – Магнитопровод металлодетектора: 1 – П-образный магнитопровод; 2 – постоянные магниты; 3 – сигнальные обмотки; 4 – ферромагнитная планка

### Металлодетектор на гальванических элементах

При использовании в качестве чувствительных элементов датчиков Холла, расположенных так, как это показано на рисунке 3, изменения магнитного поля приводит к изменению индукции и тем самым к появлению полезного сигнала. При этом полезный сигнал не зависит от скорости изменения магнитного поля [8].

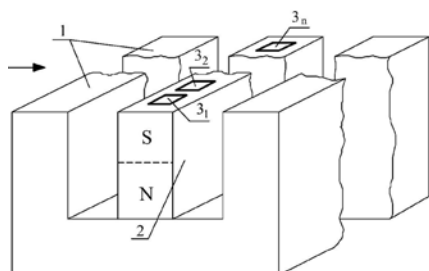


Рисунок 3 – Расположение датчиков Холла

Функциональная схема металлодетектора представлена на рисунке 4. Гальваномангнитные датчики 3 расположены на полюсе постоянного магнита 2 и преобразуют уровень индукции магнитного поля, созданного постоянным магнитом 2 и П-образным магнитопроводом, совместно образующими систему создания постоянного магнитного поля 1 по всей ширине потока технологического продукта, в напряжение, поступающее на вход блока оценки 4.

Стрелкой показано направление движения потока технологического продукта. Полученное напряжение усиливается и смещается в усилителе 5. Фильтром 6 осуществляется частотная селекция спектра полезного сигнала.

Отселектированный полезный сигнал подается на вход порогового элемента 7, в котором осуществляется сравнение его амплитуды с пороговым напряжением, по результатам которого выдается сигнал на логический элемент ИЛИ 8. От значения порогового напряжения зависит чувствительность металлодетектора.

При появлении в потоке технологического продукта ферромагнитного тела изменяется уровень индукции магнитного поля, что ведет в конечном итоге к изменению уровня напряжения на входе порогового элемента 7. Если этот уровень превышает пороговое напряжение, то на выходе порогового элемента 7 появляется высокое напряжение, воспринимаемое логическим элементом ИЛИ 8 как логическая единица, на выходе последнего также появляется высокий уровень, который приводит к срабатыванию исполни-

тельного органа 9, результатом чего является реверс вращения валцов питателя комбайна.

В данном техническом решении изменение уровня напряжения на входе порогового элемента 7 не зависит от скорости прохождения ферромагнитного тела, то есть от скорости потока технологического продукта, в котором он может находиться. Откуда следует, что изменять уровень порогового напряжения – чувствительности, в зависимости от производительности, нет необходимости.

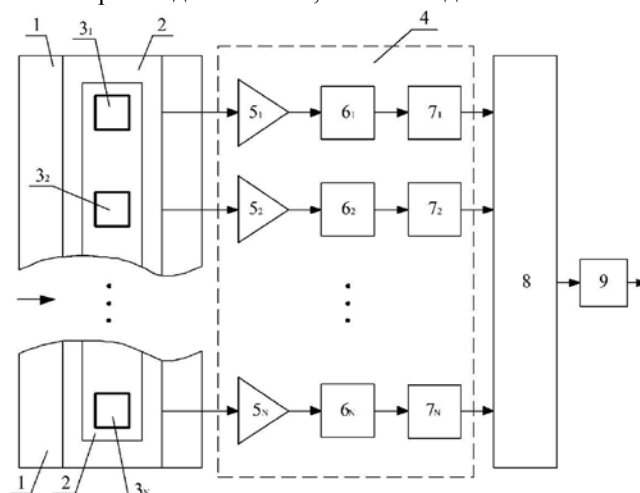


Рисунок 4 – Функциональная схема металлодетектора

### Лабораторные испытания

На основе функциональной схемы (рисунок 4) был реализован металлодетектор с использованием магнитной системы серийно выпускаемого индукционного металлодетектора для кормоуборочного комплекса «Полесье-800» (производство ПО «Гомсельмаш»), который был подвергнут испытаниям на стенде.

Стенд представляет собой питающий аппарат кормоуборочного комплекса, закрепленный на массивном основании. Привод аппарата осуществляется от приводной гидростанции. Частота вращения детекторного вальца устанавливалась в пределах от 60 об/мин. (1,0 Гц) до 180 об/мин. (3,0 Гц).

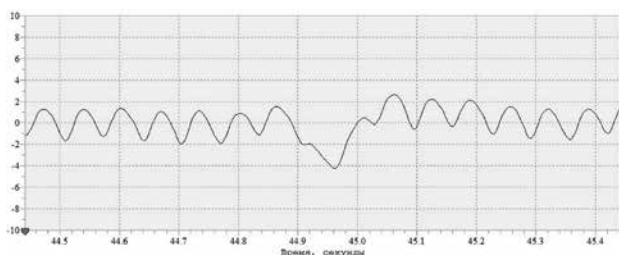
Для имитации прохождения кормовой массы использовался деревянный брус 110x110x700 мм. Плавный захват бруса вальцами обеспечивался наличием на торцах бруса двух фасок 100x30°. Ферромагнитный предмет (стальной цилиндр с диаметром, равным высоте) помещался в отверстие в деревянном брус. Путем использования резиновых прокладок толщиной 5 мм обеспечивалось требуемое расстояние от гладкой поверхности вальца до нижнего основания предмета. Данные испытания проведены на предприятии ПО «Гомсельмаш». Выходные сигналы фильтра 6 (рисунок 4) документировались с использованием самописца S-recorder производства ООО «ADC-лаб». На рисунке 5 представлены фрагменты записи сигналов при прохождении предмета 80 Гр на расстоянии 40 мм от поверхности детекторного вальца в зоне расположения четвертого датчика Холла (всего их было установлено 12).

Из представленных диаграмм видно, что ограничение порога срабатывания обусловлено ферромагнитностью сварных швов. Детекторный валец со-

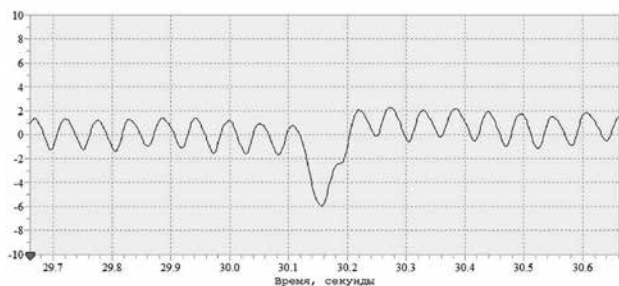
стоял из девяти сваренных между собой сегментов таким образом, что они образуют цилиндрическую поверхность совместно с лопатками. При увеличении скорости вращения детекторного вальца с 1,1 Гц до 2,8 Гц влияние сварных швов практически не изменилось, в то время как в индукционном металлодетекторе влияние сварных швов увеличивается в 2,55 раза. Ферромагнитный предмет вызывал изменение полезного сигнала не менее чем на 4 В. Различие полезного сигнала на средних оборотах по сравнению с минимальными и максимальными обусловлено тем, что ферромагнитный предмет оказался над датчиком Холла, в то время как на других графиках с некоторым смещением по оси вальца в сторону от него.

Кроме того, следует отметить, что детекторный валец, с которым проводили испытания, был забракован для работы с индукционным металлодетектором по причине слишком сильного влияния сварных швов на результат детектирования.

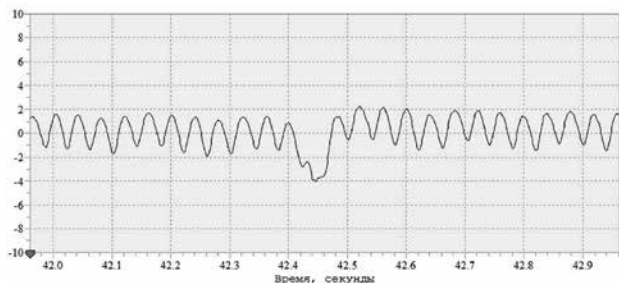
Из изложенного следует, что влияние ферромагнитных сварных соединений не изменяется при изменении частоты вращения детекторного вальца, т.е. не изменяется чувствительность металлодетектора от производительности кормоуборочного комбайна.



а) минимальные обороты 66,6 об/мин (1,1 Гц)



б) средние обороты 87 об/мин (1,5 Гц)



в) максимальные обороты 170 об/мин (2,81 Гц)

Рисунок 5 – Записи выходных сигналов обрабатывающей схемы при детектировании ферромагнитного предмета 80 Гр на высоте 40 мм от поверхности детекторного вальца при различных скоростях вращения

### Заключение

Лабораторные испытания металлодетектора, реализованного на гальванических элементах, показали, что при данной методике измерений чувствительность не зависит от скорости прохождения ферромагнитного тела, а, следовательно, от производительности кормоуборочного комбайна, чего невозможно было добиться при использовании индукционных металлодетекторов.

Описанное техническое решение может быть просто интегрировано в имеющуюся конструкцию магнитной системы для индукционного металлодетектора кормоуборочных машин, это существенно снижает экономические издержки при постановке на серийное производство.

### Литература:

1. Якименко, В. Кормоуборочные и зерноуборочные комбайны производства ПО «Гомсельмаш» / В. Якименко, В. Яценский // Техника и технологии АПК. – 2012. – № 10 (32) Октябрь. – С. 18-21.
2. Титков, О. В пятерке лидеров мирового сельхозмашиностроения / О. Титков // Техника и технологии АПК. – 2013. – № 9 (48) Сентябрь. – С. 12-15.
3. Семенов, В.С. Электромагнитные методы дефектоскопии и контроля в СФТН и Томском госуниверситете / В.С. Семенов, А.П. Рябцев, А.Е. Мудров // Вестник Томского государственного университета. – 2003. – № 278. – С. 48-54.
4. Static magnetic field metal detector: pat. US3757501, USA: IPC A01d 69/10 / Clarence L., Bennet Jr. et al. Publ. date: 11.09.1973.
5. Static magnetic field metal detector: pat. US3889249, USA: IPC G08b 21/00 (340/258R, 258C, 38L) / Clarence L., Bennet Jr. et al. Publ. date: 10.06.1975.
6. Устройство для распознавания ферромагнитных посторонних тел, в частности, для защиты рабочих органов уборочной машины: пат. RU 2106775 С1 РФ: МПК A01D75/18, A01F25/16, G01V3/10, G01V3/11 / Буркхард Вайс. дата публ.: 20.03.1998.
7. Металлодетектор уборочного комбайна и способ выявления ферромагнитного тела (его варианты): пат. RU 2245560 С2 РФ: МПК G01R33/02, G01V3/08/ А.Б. Быков (UA), В.В. Томчук (UA), Д.А. Лозин (UA), Н.И. Джус (RU), И.Н. Джус (RU); дата публ.: 27.01.2005.
8. Металлодетектор для кормоуборочной техники: пат. 5970 Республика Беларусь, МПК А 01D 75/00 G 01R 33/02 / В.А. Карпов, Д.В. Соболев, О.М. Ростоккина; заявитель: Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», № и 20090671; заявл. 31.07.2009; опубл. 28.02.2010 // Афіцыйны бюлетэнь. Вынаходствы. Карысныя мадэлі. Прамысловыя ўзоры. — 2010. – № 1. – С. 143-144.

### Abstract

Metal detector has been developed for the protection of forage harvesters using Hall elements. This engineering solution allows for the independence of the sensitivity of the detector on the performance of forage harvesters, which is quite a serious problem with conventional metal detectors based on the induction principle of action. Designed detector is much better cope with the task of early detection of ferromagnetic inclusions in a stream of technological product. Easy integration into the existing design structure of the magnetic induction metal detector systems for forage machines, significantly reducing the economic costs of putting on mass production.

Поступила в редакцию 01.10.2016 г.

**ВЫСТАВКИ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОНИКА. КОМПОНЕНТЫ». ЯНВАРЬ 2016****Door Fair Turkey 2017**

11-я Международная выставка индустрии деревянных, стальных, автоматических, промышленных и боковых дверей  
05-01-2017 – 08-01-2017  
Турция, Стамбул

**Conference on Bioinformatics and Computational Biology (ICBCB)**

Международная конференция по биоинформатике и вычислительной биологии  
06-01-2017 – 08-01-2017  
Гонконг, Гонконг

**CES**

Международная выставка бытовой электроники  
06-01-2017 – 09-01-2017  
США, Лас-Вегас

**ALC 2017**

Международная конференция по лицензионным технологиям и услугам  
09-01-2017 – 10-01-2017  
Гонконг, Гонконг

**HKTD Hong Kong Licensing Show 2017**

Международная выставка-конференция лицензионных технологий и товаров в Гонконге  
09-01-2017 – 11-01-2017  
Гонконг, Гонконг

**OPTI MUENCHEN**

Международная выставка оптики и очков  
09-01-2017 – 11-01-2017  
Германия, Мюнхен

**KISH ENEX**

Международная выставка по энергетике  
09-01-2017 – 12-01-2017  
Иран, Киш

**PAK WATER EXPO 2017**

2-я Международная специализированная выставка водоснабжения  
10-01-2017 – 12-01-2017  
Пакистан, Карачи

**MIDEX**

Международная выставка «Современный дом и строительство»  
10-01-2017 – 13-01-2017  
Иран, Тегеран

**ENERGY STORAGE INDIA**

Международная выставка по энергетике  
11-01-2017 – 13-01-2017  
Индия, Мумбай

**ELTEC Nurnberg**

Международная выставка электротехнической промышленности  
11-01-2017 – 13-01-2017  
Германия, Нюрнберг

**LAAKARIPAIVAT THE FINNISH MEDICAL CONVENTION AND EXHIBITION**

Национальная выставка медицинских и фармацевтических компаний  
11-01-2017 – 13-01-2017  
Финляндия, Хельсинки

**NORDIC HEALTH TECHNOLOGY & EHEALTH FORUM**

Национальная выставка по технологиям здравоохранения и IT-решениям в секторе здравоохранения  
11-01-2017 – 13-01-2017  
Финляндия, Хельсинки

**EXPO GEOTHERMAL**

Выставка, посвященная использованию геотермальных источников энергии  
12-01-2017 – 14-01-2017  
Турция, Стамбул

**EUROGUSS**

Международная промышленная выставка литья: технологии, процессы, продукция  
12-01-2017 – 14-01-2017  
Германия, Нюрнберг

**VIENNA AUTOSHOW**

Международная специализированная выставка  
12-01-2017 – 15-01-2017  
Австрия, Вена

**SALON AUTO/MOTO**

Международный автосалон  
14-01-2017 – 22-01-2017  
Бельгия, Брюссель

**Lasys**

Выставка решений для лазерной обработки материалов  
14-01-2017 – 22-01-2017  
Германия, Штуттгарт

**ASP-DAC 2017**

Международная азиатская и азиатско-тихоокеанская конференция по автоматизации проектирования электронных систем  
16-01-2017 – 19-01-2017  
Япония, Тиба

**OMNISECURE (OMNICARD)**

Международная выставка и конференция смарт-карт и смарт-решений  
16-01-2017 – 18-01-2017  
Германия, Берлин

**WFES**

Всемирный саммит по энергетике  
16-01-2017 – 19-01-2017  
ОАЭ, Абу-Даби

**BAU**

Ведущая выставка архитектуры, материалов и систем  
16-01-2017 – 21-01-2017  
Германия, Мюнхен

**NEPCON JAPAN / ROBODEX – 2017**

Новейшее оборудование, материалы, технологии и элементная база для производства электронной и робототехники  
16-01-2017 – 21-01-2017  
Япония, Токио

**BAU 2017**

Международная выставка строительства и архитектуры  
16-01-2017 – 21-01-2017  
Германия, Мюнхен





**UDT ASIA**

Выставка и конференция по технологиям подводной обороны и безопасности  
17-01-2017 – 18-01-2017  
Сингапур, Сингапур

**Light-Tech Expo 2017**

Международная выставка светодиодных осветительных LED/OLED технологий, Токио  
17-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**Car-Mecha Japan 2017**

Международная выставка ИТ-услуг и решений для автомобильной промышленности  
17-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**Connected Car Japan 2017**

Международная выставка ИТ-услуг и решений для автомобильной промышленности  
17-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**LAMMA Show 2017**

Международная выставка сельскохозяйственной техники и оборудования  
18-01-2017 – 19-01-2017  
Великобритания, Питерборо

**Automotive Lightweight Technology Expo 2017**

Международная выставка материалов, технологий и компонентов для снижения веса автомобилей  
18-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**INTERNEPCON JAPAN**

Крупнейшая азиатская выставка по производству электроники  
18-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**ELECTRONIC COMPONENTS & MATERIALS EXPO**

Международная выставка электронной промышленности, компонентов и материалов  
18-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**CONNECTED CAR JAPAN**

Международная выставка ИТ-технологий в автомобильной промышленности  
18-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**WEARABLE EXPO**

Международная выставка электроники, информационных технологий и коммуникации  
18-01-2017 – 20-01-2017  
Япония, Токио

**CAR-ELE JAPAN**

Международная выставка электронных технологий в автомобилестроении  
18-01-2017 - 20-01-2017  
Япония, Токио

**INTERSEC**

Ведущая международная выставка по охране и безопасности на Ближнем Востоке  
22-01-2017 – 24-01-2017  
ОАЭ, Дубай

**INFOCONNECT**

Международная выставка информационных технологий и коммуникационных систем  
22-01-2017 – 28-01-2017  
Кувейт, Кувейт-Сити

**SHIELD AFRICA**

Международная выставка по обороне и безопасности  
24-01-2017 – 26-01-2017  
Кот-Д'Ивуар, Абиджан

**INTERSOLUTION**

Международная выставка по использованию солнечной энергии  
25-01-2017 – 27-01-2017  
Бельгия, Гент

**INTRONIKA**

Международная выставка профессиональной электроники, компонентов, промышленной электроники, оборудования, телекоммуникаций  
25-01-2017 – 27-01-2017  
Словения, Целе

**Klimahouse 2017**

Выставка энергосберегающих технологий в строительстве  
26-01-2017 – 29-01-2017  
Италия, Больцано

**OPTI 2017**

Международная выставка оптики и дизайна  
28-01-2017 – 30-01-2017  
Германия, Мюнхен

**CYBERTECH ISRAEL**

Международная выставка и конференция по кибербезопасности  
31-01-2017 – 01-02-2017  
Израиль, Тель-Авив

**SPIE PHOTONICS WEST**

Выставка оптики, лазеров, биомедицинской оптики, опико-электронных компонентов и технологий  
28-01-2017 – 02-02-2017  
США, Сан-Франциско

**Arab Health 2017**

Ближневосточная выставка товаров и услуг для здравоохранения  
30-01-2017 – 02-02-2017  
ОАЭ, Дубай

**AUTOMECHANIKA JEDDAH**

Международная выставка автомобильной промышленности  
31-01-2017 – 02-01-2017  
Саудовская Аравия, Джидда

**ENERGY MEXICO**

Международная выставка и конференция по энергетике  
31-01-2017 – 02-02-2017  
Мексика, Мехико





НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА	ЦЕНА	НАЗВАНИЕ КОМПАНИИ	АДРЕС, ТЕЛЕФОН			
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ</b>						
Датчики и средства автоматики производства фирмы TURCK (Германия) и Banner Engineering (США)	Договор	ООО «ФЭК»	Тел. +375 17 210-21-89, +375 29 370-90-92. E-mail: info@fek.by www.fek.by			
Индукционные лампы фирмы LVD 40, 80, 120, 150, 200, 300 W	Договор					
Комплексная поставка электронных компонентов	Договор	ТУП «Альфачип Лимитед»	Тел./ф.: +375 17 366-76-16. E-mail: analog@alfa-chip.com www.alfa-chip.com			
Датчики, сенсоры и средства автоматизации						
Светодиодные индикаторы, TFT, OLED и ЖК-дисплеи и компоненты для светодиодного освещения						
Дроссели, ЭПРА, ИЗУ, пусковые конденсаторы, патроны и ламподержатели для люминесцентных ламп	Договор	Группа компаний «Альфалидер»	Тел./ф.: +375 17 391-02-22, тел.: +375 17 391-03-33. www.alider.by			
AC/DC источники тока, LED-драйвера, источники напряжения для светодиодного освещения и мощных светодиодов						
Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT	Договор	ООО «СветЛед решения»	Тел./ф.: +375 17 214-73-27, +375 17 214-73-55. E-mail: info@belaist.by www.belaist.by			
Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры						
Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/100-1400 мА) мощностью от 1 W до 100 W ARLIGHT						
Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT						
Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48V/ от 5 до 300 W) в метал-лическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, НАПАК						
Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT						
Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.						
Светодиодные светильники, прожектора, алюминиевый профиль для светодиодных изделий	Договор	ООО «Автоматикацентр»	Тел./ф.: +375 17 218-17-98, тел.: +375 17 218-17-13. E-mail: sos@electric.by www.electric.by			
Индуктивные, емкостные, оптоэлектронные, магнитные, ультразвуковые, механические датчики фирмы Balluff (Германия)						
Блоки питания, датчики давления, разъемы, промышленная идентификация RFID, комплектующие фирмы Balluff (Германия)						
Магнитострикционные, индуктивные, магнитные измерители пути, лазерные дальнометры, индуктивные сенсоры с аналоговым выходом, инклинометры фирмы Balluff (Германия)						
Инкрементальные, абсолютные, круговые магнитные энкодеры фирмы Lika Electronic (Италия)						
Абсолютные и инкрементальные магнитные измерители пути, УЦИ (устройство цифровой индикации), тросиковые блоки, муфты, угловые актуаторы фирмы Lika Electronic (Италия)						
Преобразователи частоты, устройства плавного пуска, сервопривода, ПЛК, интеллектуальные реле, сенсорные панели, линейные и шаговые приводы фирмы Schneider Electric (Франция)						
Автоматические выключатели, УЗО, дифавтоматы, УЗИП, выключатели нагрузки фирмы Schneider Electric (Франция)						
Контакты, промежуточные реле, тепловые реле перегрузки, реле защиты, автоматические выключатели защиты двигателя фирмы Schneider Electric (Франция)						
Кнопки, переключатели, сигнальные лампы, посты управления, джойстики, выключатели безопасности, источники питания, световые колонны фирмы Schneider Electric (Франция)						
Универсальные шкафы, автоматические выключатели, устройства управления и сигнализации, УЗО и дифавтоматы, промежуточные реле, выключатели нагрузки, контакторы, предохранители, реле фирмы DEKraft						
<b>КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ И ПАВ ИЗДЕЛИЯ</b>						
Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные)				Договор	УП «Алнар»	Тел./ф.: +375 17 227-69-97, тел.: +375 17 227-28-10, тел.: +375 17 227-28-11, тел.: +375 29 644-44-09. E-mail: alnar@tut.by www.alnar.net
Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж						
Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж						
Термокомпенсированные кварцевые генераторы						
Резонаторы и фильтры на ПАВ						
Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены						
<b>СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ</b>						
Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ. Микросхемы производства Xilinx, Samsung, Maxim, Atmel, Altera, Infineon и пр. Термоусаживаемая трубка, диоды, резисторы, конденсаторы, паяльная паста, кварцевые резонаторы и генераторы, разъемы, коммутация и др.	Договор	ЧТУП «Чип электроникс»	Тел./ф.: +375 17 269-92-36. E-mail: chipelectronics@mail.ru www.chipelectronics.by			
Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)	Договор	Группа компаний «Альфалидер»	Тел./ф.: +375 17 391-02-22, тел.: +375 17 391-03-33. www.alider.by			
Мультиметры, осциллографы, вольтметры, клещи, частотомеры, генераторы отечественные и АК ИП, APPA, GW, LeCroy, Tektronix, Agilent	1-й поставщик	ООО «Приборо-строительная компания»	Тел./ф.: +375 17 284-11-18, тел.: +375 17 284-11-16. E-mail: 4805@tut.by			
Поставка электронных компонентов и отладочных средств (микросхемы, реле, герконы, батарейки, кварцевые резонаторы) по проектным ценам: Texas Instruments, Intersil, Cypress, MXIC, Huawei, EM-Marin, COTO, Gruner, COMUS, Micro Crystal, RENATA, PKCELL, XENO, SAURIS и др.	От дистри-бьютора	ООО «БелСКАНТИ»	Тел./ф.: +375 17 256-08-67, тел.: +375 17 398-21-62. E-mail: nab@scanti.ru www.scanti.ru			



- « Кабели и аксессуары
- « Оборудование для СКС
- « Оборудование для ЦОД
- « Электротехника и автоматизация
- « Инструменты и расходные материалы
- « Приборы: измерения, диагностика, обслуживание
- « Оборудование для мобильных операторов
- « Оборудование для эфирно-кабельного телевидения
- « Программное обеспечение и программно-аппаратные комплексы

**PNS**

ПРЕИМУЩЕСТВА  
НАДЕЖНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

**ЗАО «Профессиональные сетевые системы»**

220035, г. Минск, ул. Тимирязева, 65б, офис 308  
+ 375 (17) 290-83-72, + 375 (17) 290-83-73  
факс: + 375 (17) 254-78-28; моб.: + 375 (29) 688-84-78  
[www.pns.by](http://www.pns.by) [info@pns.by](mailto:info@pns.by)

ЗАО «Профессиональные сетевые системы» УНН190490917





# ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ СО СКЛАДА

- РАСЧЕТ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ВАЛЮТЕ
- ЗАКАЗЫ ОТ 1 ШТ.
- БЫСТРАЯ ДОСТАВКА
- ОФИС В МИНСКЕ



официальный дистрибьютор



**ОМЕГА КОМПОНЕНТ — официальный партнер компании ЭЛТЕХ  
на территории Беларуси**