



Система управления движением пассажирских судов на воздушной подушке

Виктор Амбросовский, Юрий Амбросовский, Константин Харченко

Суда на воздушной подушке в ряде случаев обладают исключительными преимуществами перед своими традиционными собратьями, но управление ими и обеспечение безопасности их эксплуатации является весьма непростой задачей. В статье рассматриваются принципы создания и структура автоматизированной системы управления судном на воздушной подушке.

Особенности судов на воздушной подушке

Суда на воздушной подушке (СВП) обладают рядом неоспоримых преимуществ, к которым, в первую очередь, относятся высокая степень автономности, что позволяет СВП выходить для высадки и приёма пассажиров на необорудованный берег. Этими возможностями широко пользовались речные пассажирские скеговые СВП. Амфибийные СВП также не требуют оборудованных причалов и, что очень важно, позволяют перевозить пассажиров в период ледостава при необходимости по льду. Эти особенности делают амфибийные СВП незаменимыми в ряде районов, например, в период ледостава амфибийные СВП применяют для перевозки пассажиров между г. Благовещенском и Китаем. Создание амфибийных СВП для перевозки 20–60 пассажиров является важной задачей. Пример такого амфибийного СВП приведён на рис. 1 [1].

Особенности систем управления движением СВП

Для управления СВП требуется система управления техническими средствами (СУТС) и система управления движением (СУД) СВП. Создание подобных систем для СВП является достаточно сложной задачей, определяемой особенностями СВП как объекта управления. Здесь нужно упомянуть, что кроме перечисленных достоинств амфибийное

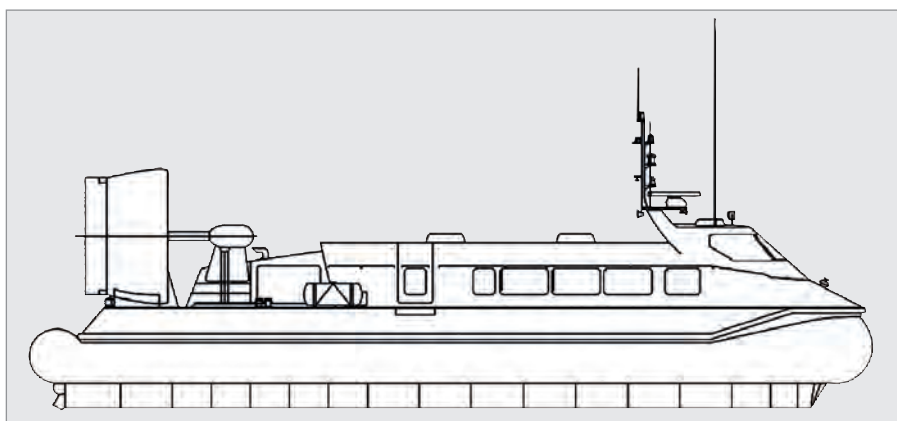


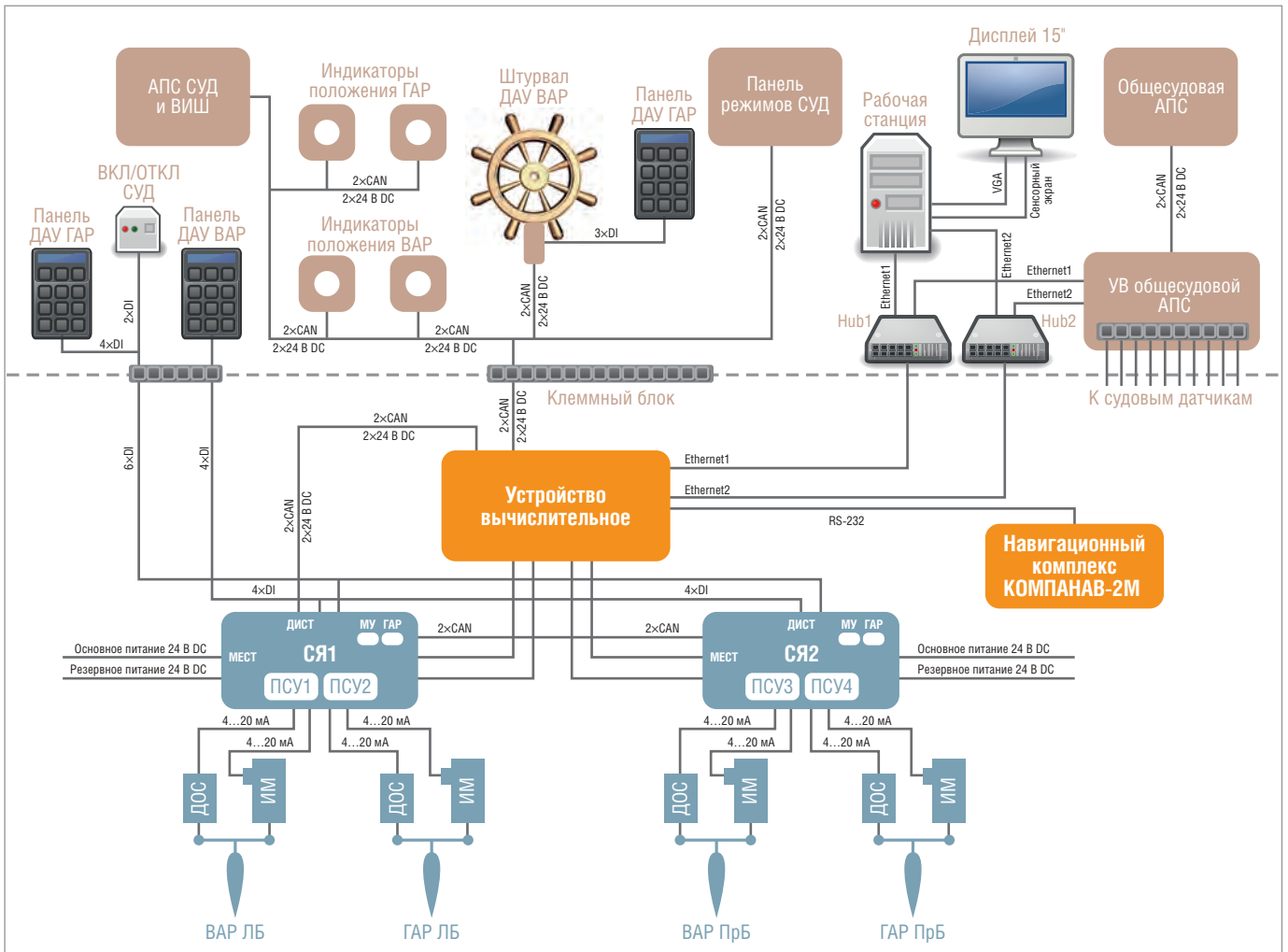
Рис. 1. Боковой вид пассажирского амфибийного СВП-50

СВП обладает рядом особенностей, которые, скорее, нужно отнести к недостаткам. В частности, амфибийные СВП могут идти с большими углами дрейфа, что может приводить к увеличенным углам крена и дифферента и к подлёму гибкого ограждения [2, 3]. Эти особенности амфибийных СВП требуют, чтобы СУД СВП не только решила задачи ручного управления движением, удержания СВП на заданном курсе или путевом угле, удержания СВП на заданном маршруте, но и обеспечивала предотвращение аварий движения.

Основными средствами управления движением амфибийным СВП являются вертикальные аэродинамические рули (ВАР), горизонтальные аэродинамические рули (ГАР), средства управления тягой двигателей (управление оборотами и/или шагом воздушных винтов), управление нагнетателем воздуха (на-

пример, управление воздушными заслонками) и струйные рули (СР). Указанные средства управления позволяют обеспечивать стабилизацию курса, движение по заданному маршруту, высокую маневренность и защиту от аварий при движении.

Сложность при проектировании СУД СВП связана с выбором необходимых средств навигации, которые должны функционировать в непростых условиях. Надо учитывать отсутствие у СВП контакта с водой на больших скоростях и высокую стоимость радиодоплеровских лагов. Система измерения положения (GPS/ГЛОНАСС) должна обладать достаточной точностью и высокой частотой измерения, что позволит получить оценки угла дрейфа. Выбор средств измерения углов крена и дифферента и их скоростей изменения также требует тщательной проработки. На-



Условные обозначения: АПС – аварийно-предупредительная сигнализация; СУД – система управления движением; ВИШ – винт изменяемого шага; ВАР – вертикальные аэродинамические рули; ГАР – горизонтальные аэродинамические рули; ДУ – дистанционное управление; УВ – устройство вычислительное; СЯ – соединительный ящик; ДОС – датчик обратной связи; ИМ – исполнительный механизм; МУ ГАР – местное управление ГАР; ПСУ – плата следящего управления; ДАУ – дистанционное автоматизированное управление; ПрБ – правый борт; ЛБ – левый борт.

Рис. 2. Функциональная структура СУД амфибного СВП

личие средств управления движением и выбор средств измерения параметров движения создают основу для проектирования СУД СВП.

Пример функциональной структуры СУД СВП приведён на рис. 2.

После определения структуры системы необходимо провести и обосновать выбор оборудования, заложенного в её основу. Это в первую очередь мониторы и компьютеры операторских станций, компьютеры вычислительных устройств, контроллеры и модули ввода/вывода сигналов. Выбор электронного оборудования прежде всего определяется требованием импортозамещения, а также его технико-экономическими характеристиками. В зависимости от исходных технических требований в СУД СВП может применяться надёжное и качественное оборудование отечественного производства, например, компании FASTWEL. На рис. 3 приведён фрагмент принципиальной

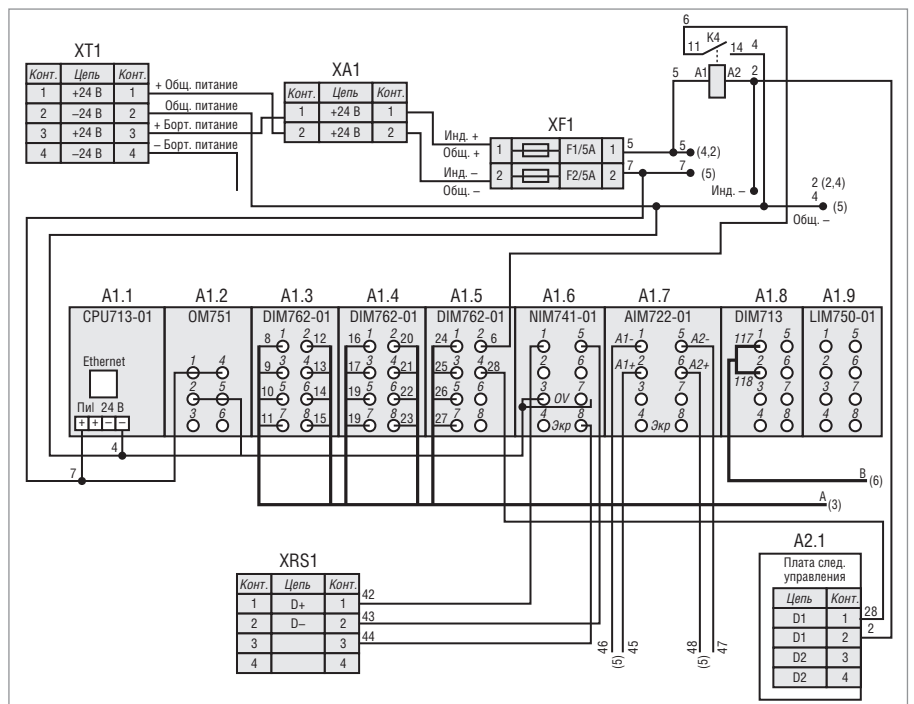


Рис. 3. Фрагмент принципиальной электрической схемы вычислительного прибора с оборудованием FASTWEL

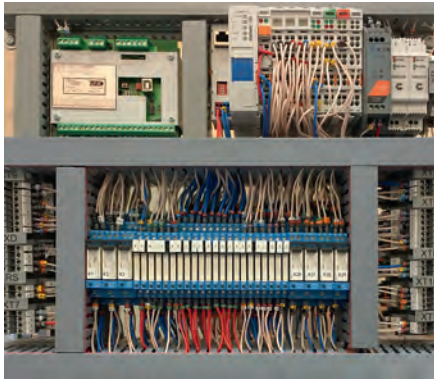


Рис. 4. Устройство вычислительное системы управления движением пассажирского СВП

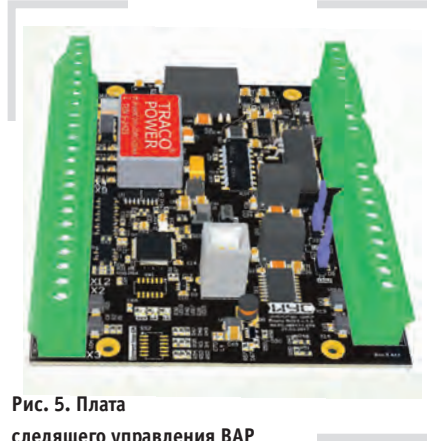


Рис. 5. Плата следящего управления ВАР

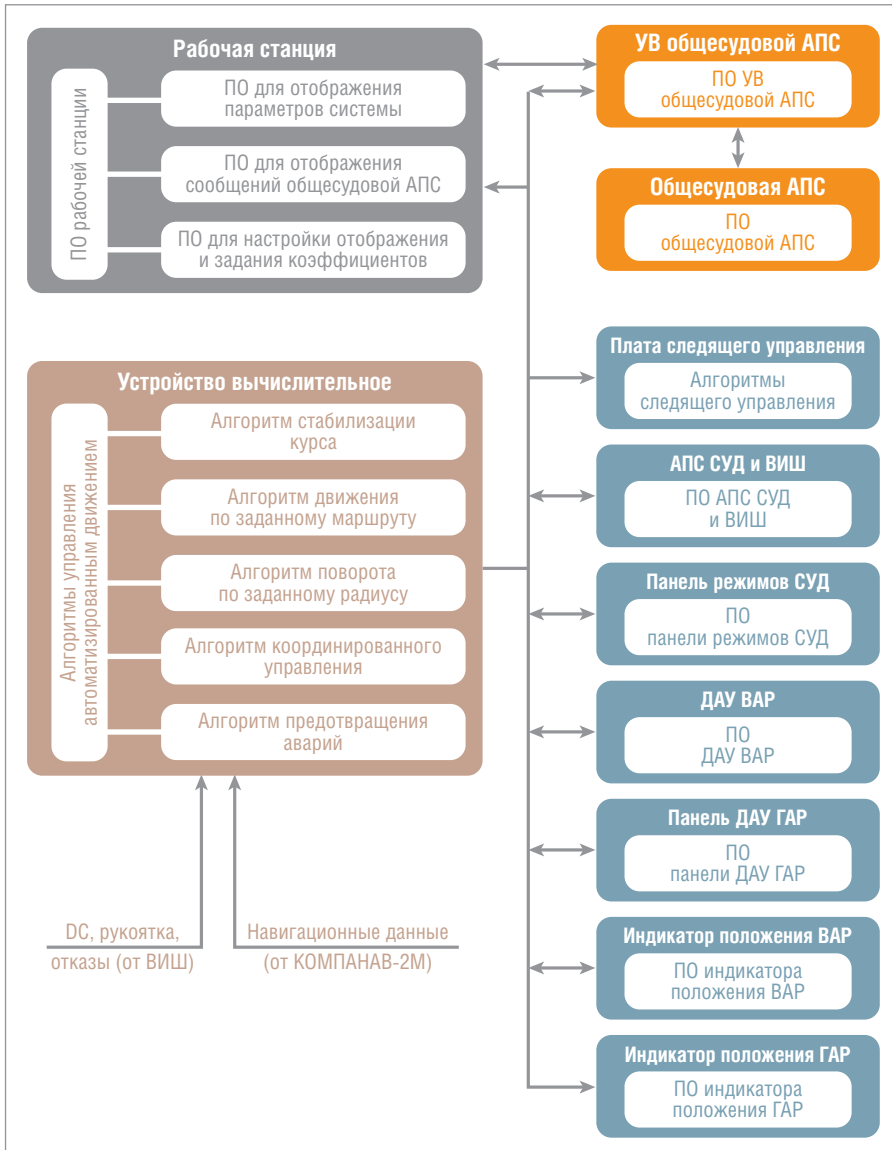


Рис. 6. Структура программного обеспечения СУД



Рис. 7. Информационная структура алгоритмического обеспечения СУД СВП

электрической схемы вычислительного прибора и на рис. 4 — его фотография. В качестве исполнительных механизмов (ИМ) в системах управления движением использованы простые электроприводы без встроенной следящей системы управления, поэтому функция управления электроприводами вынесена в отдельное устройство. На рис. 5 приведена плата следящего управления, используемая в СУД СВП.

Важнейшей частью современных бортовых судовых систем управления является их программное обеспечение (ПО), к которому предъявляются требования надёжности, устойчивости к отказу, возможности модификации. Основой создания ПО компьютеров операторских станций и вычислительных устройств является операционная система. На сегодняшний день наиболее целесообразным выбором являются операционные системы на базе Linux. Пример структуры ПО СУД пассажирского СВП приведён на рис. 6.

Важной составляющей ПО вычислительного устройства является реализация алгоритмов управления движением СВП, включающая алгоритм управления движением СВП на курсе, алгоритм управления движением СВП по заданным радиусам, алгоритмы координированного управления СВП [4]. Отличие указанных алгоритмов управления движением СВП от аналогичных алгоритмов управления движением водоизмещающих судов определяется значительно большей сложностью СВП как объекта управления по сравнению с водоизмещающими судами. Кроме указанных алгоритмов, вычислительные устройства должны обеспечивать реализацию алгоритмов предотвращения аварий движения СВП [5], что является существенным отличием алгоритмического обеспечения СУД СВП от соответствующего алгоритмического обеспечения систем автоматизированного управления движением водоизмещающих судов. На рис. 7 приведена обобщённая структура алгоритмического обеспечения СУД СВП.

Сделано в России. Работает везде.



FASTWEL I/O

Модульный программируемый контроллер, созданный с учётом ваших требований

- 32-разрядный процессор Vortex86DX 600 МГц
- Встроенный дисковый накопитель объёмом свыше 100 Мбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CODESYS 2.3
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода/вывода с контролем целостности цепей

-40...+85°C



CPM711/701

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



CPM712/702

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485



CPM713/703

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet



CPM704

- Протокол передачи данных PROFIBUS-DP V1
- Сетевой интерфейс PROFIBUS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ FASTWEL



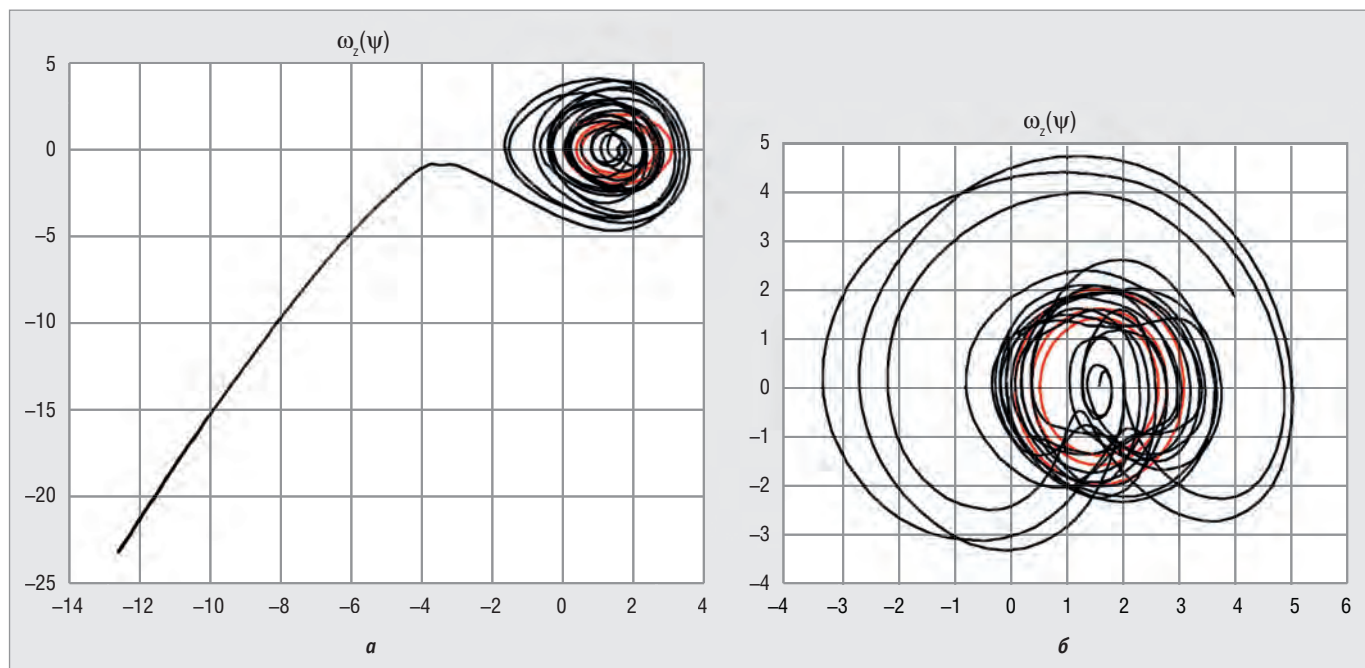


Рис. 8. Пример работы системы предотвращения аварий движения СВП при килевой качке СВП на встречном волнении 4 балла: а – без СПАВ, б – со СПАВ

На рис. 8 приведён пример работы системы предотвращения аварий движения СВП при выходе угла дифферента и его производной за зону допустимых значений. На приведённых графиках показана зависимость угловой скорости дифферента от дифферента в случае без системы СПАВ и с системой СПАВ. В первом случае видно, что при выходе дифферента за значение в -2 градуса и значение угловой скорости также остается отрицательным, что приводит к резкому увеличению дифферента и является аварийной ситуацией. Во втором случае, при работе системы СПАВ при значе-

ниях дифферента в -2 градуса угловая скорость дифферента становится положительной, что приводит к его уменьшению.

Таким образом, при работе СПАВ значение дифферента не становится критическим.

В целом создание СУД СВП является достаточно сложной и ответственной задачей, решение которой обеспечивает качественное и безопасное управление СВП. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Пассажирское судно на воздушной подушке СВП-50. Проект 12270М // Сайт

ОАО «ХСЗ». – Режим доступа : <http://aohsz.com/svp-50.html>.

2. Бенуа Ю.Ю., Дьяченко В.К., Колызаев Б.А. Основы теории судов на воздушной подушке. – Л. : Судостроение, 1970.
3. Короткин И.М. Аварии судов на воздушной подушке и подводных крыльях. – Л. : Судостроение, 1981.
4. Амбросовский В.М., Корнев А.С., Луккомский Ю.А. Координированное управление морскими подвижными объектами. – СПб : СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016.
5. Амбросовский В.М. Система предупреждения аварий морских подвижных объектов // Морская электроника. – 2013. – № 3(45).

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Siemens и Adidas намерены сотрудничать в области цифрового производства спортивных товаров

На крупнейшей в мире промышленной ярмарке Hannover Messe 2017 было сделано заявление о заключении стратегического партнёрского соглашения между технологическим гигантом SIEMENS и производителем спортивной обуви, одежды и инвентаря Adidas. Компания Adidas планирует запустить в 2017–2018 годах две «скоростные фабрики» (Speedfactory), основная особенность которых в том, что они полностью роботизированы. Speedfactory – это новая производственная система, которая использует 3D-печать и другие современные технологии для создания высококачественных спортивных товаров. В рамках данной миссии компания SIEMENS поделится своим опытом



для успешной реализации проекта. SIEMENS предложит свою облачную операционную систему MindSphere, которая будет собирать данные и полностью контролировать весь жизненный цикл продукции, включая дизайн, создание, логистику. В Adidas считают, что цифровизация процесса позволит им моделиро-

вать, тестировать и оптимизировать весь производственный процесс, что сократит время выхода продукции на рынок, повысит гибкость, а также качество и эффективность производства.

По мнению члена правления SIEMENS AG Клауса Хельмриха, «скоростные фабрики», которые запускает Adidas, являются ярким примером концепции Индустрия 4.0, это производство будущего, которое навсегда изменит множество производственных процессов. ●

Новый революционный промышленный ПК для эры IoT



ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Новое поколение промышленных ПК с инновационной системой расширения

Серия MIC-7000 представляет собой компактные системы с поддержкой модулей расширения i-Module, удовлетворяющие различным требованиям. Серия MIC-7000 может широко использоваться в промышленной автоматизации. Безвентиляторная прочная конструкция гарантирует работоспособность системы в жестких условиях эксплуатации. А гибкость конфигурирования системы сокращает время и затраты на разработку решения.



МОДУЛЬНЫЙ

- Поддержка i-Module для гибкого расширения
- Сокращение времени и затрат на сборку системы



НАДЕЖНЫЙ

- Компактная конструкция с пассивным охлаждением
- Широкий диапазон рабочих температур
- Входное напряжение 9-36 В



КОНФИГУРИРУЕМЫЙ

- 20 линий PCIe для модулей ввода/вывода
- Быстрая разработка заказных изделий



МАКСИМАЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

- Поддержка различных современных процессоров



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

PROSOFT®

МОСКВА Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 448-0444 • Факс: (812) 448-0339 • info@spb.prosoft.ru • www.prosoft.ru
АЛМА-АТА Тел.: (727) 220-7140/7141 • sales@kz.prosoft.ru • www.prosoft-kz.com
ВОЛГОГРАД Тел.: (8442) 260-048 • volgograd@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел.: (343) 376-2820; 356-5111 • Факс: (343) 310-0106 • info@prosoftsystems.ru • www.prosoftsystems.ru
КАЗАНЬ Тел.: (843) 203-6020 • Факс: (843) 203-6020 • info@kzn.prosoft.ru • www.prosoft.ru
КРАСНОДАР Тел.: (861) 224-9513 • Факс: (861) 224-9513 • krasnodar@prosoft.ru • www.prosoft.ru
Н. НОВГОРОД Тел.: (831) 215-4084 • nnovgorod@prosoft.ru • www.prosoft.ru
НОВОСИБИРСК Тел.: (383) 202-0960; 335-7001/7002 • Факс: (383) 230-2729 • info@nsk.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ОМСК Тел.: (3812) 286-521 • Факс: (3812) 315-294 • omsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru
ПЕНЗА Тел.: (8412) 494-971; (958) 550-1133 • Факс: (8412) 494-971 • penza@prosoft.ru • www.prosoft.ru
САМАРА Тел.: (846) 277-9166 • Факс: (846) 277-9165 • info@samara.prosoft.ru • www.prosoft.ru
УФА Тел.: (347) 292-5216/5217 • Факс: (347) 292-5218 • info@ufa.prosoft.ru • www.prosoft.ru
ЧЕЛЯБИНСК Тел.: (351) 239-9360 • chelyabinsk@prosoft.ru • www.prosoft.ru