



Виктор Гарсия, Юлия Гарсия

# Обеспечение работы телекоммуникационного оборудования в суровых климатических условиях

В обзоре описаны этапы развития стандартов сотовой связи и её перспективы в решении проблемы «цифрового неравенства» как экономического и технологического отставания некоторых регионов от прогресса в области образования и телекоммуникаций и предоставления повсеместного доступа к цифровым услугам. Приведены примеры высокотехнологичных всепогодных конструктивов для размещения в них аппаратуры базовых станций сотовой связи.

## ВВЕДЕНИЕ

Уровень развития телекоммуникационной отрасли как существенной части инфраструктуры общества отражает общий уровень развития экономики и выступает в качестве технологической основы социально-экономического развития и других инноваций. Постоянной модернизации и пространственного развития служб связи требуют такие нацио-

нальные проекты, как, например, «Цифровая Россия», а также необходимость предоставлять равные образовательные, социальные и другие возможности широким слоям населения страны (проблема «цифрового неравенства»). Согласно исследованиям компании «ТМТ Консалтинг», всё большее количество абонентов сетей сотовой связи переходят к преимущественному использованию мо-

бильного доступа в Интернет, включая присутствие в социальных сетях и просмотр потокового видео в высоком разрешении (рис. 1). Кроме того, в самом ближайшем будущем в общий объём данных, передаваемых по сетям сотовой связи, вольётся мощный поток информации от неодушевлённых абонентов — устройств и компонентов Интернета вещей (Internet of Things — IoT) [1, 2].

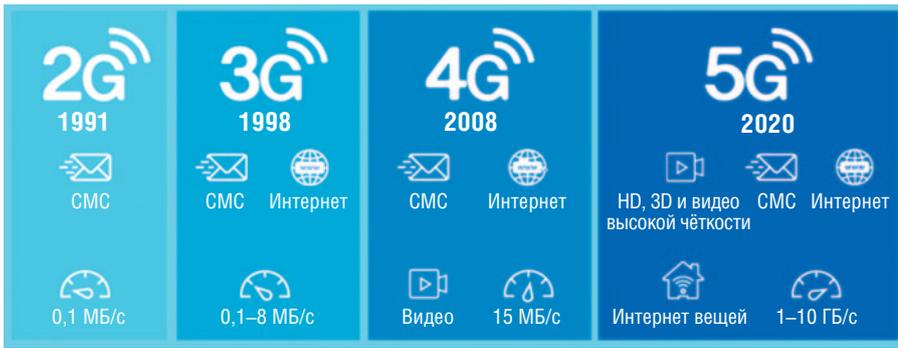
Резкий рост объёмов цифровых данных, часть из которых является критически важной (работа аварийных служб и т.д.), передаваемых по сетям мобильной связи, требует качественного улучшения и территориального расширения телекоммуникационной инфраструктуры.

## НЕПРЕРЫВНЫЙ ДОСТУП В СЕТЬ

Снижение стоимости современных смартфонов, поддерживающих разнообразные сервисы, требующие качественного доступа в Интернет, а также гибкая ценовая политика компаний-операторов сотовой связи, предлагающих всё больший объём услуг за практически постоянную абонентскую плату, сделало мобильную связь и доступ в Интернет вполне доступными для широких слоёв населения, причём в некоторых районах страны этот вид связи является един-



Рис. 1. Рекордный рост российского рынка телекоммуникаций за последние 5 лет: а – динамика рынка телекоммуникаций в РФ, б – структура рынка телекоммуникаций в РФ



Источник: techblogstation.com

Рис. 2. Эволюция стандартов беспроводной связи

ственным. В больших городах объём мобильного трафика уже сравним с объёмом фиксированного доступа, и есть тенденция к дальнейшему его росту. Другой заметной тенденцией является рост популярности просмотра потокового видео и каналов телевизионного вещания на мобильных устройствах, что предъявляет повышенные требования к пропускной способности сети.

Широкое распространение сотовых сетей поколения 4G с перспективой перехода в ближайшие годы на стандарт 5G там, где это необходимо, вполне способно решить проблему широкополосного доступа в Интернет практически на всей территории России. Мобильный Интернет, так же как и мобильная связь, имеет все шансы стать одним из главных способов решения проблемы «цифрового неравенства» [3].

### СТРУКТУРА И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ

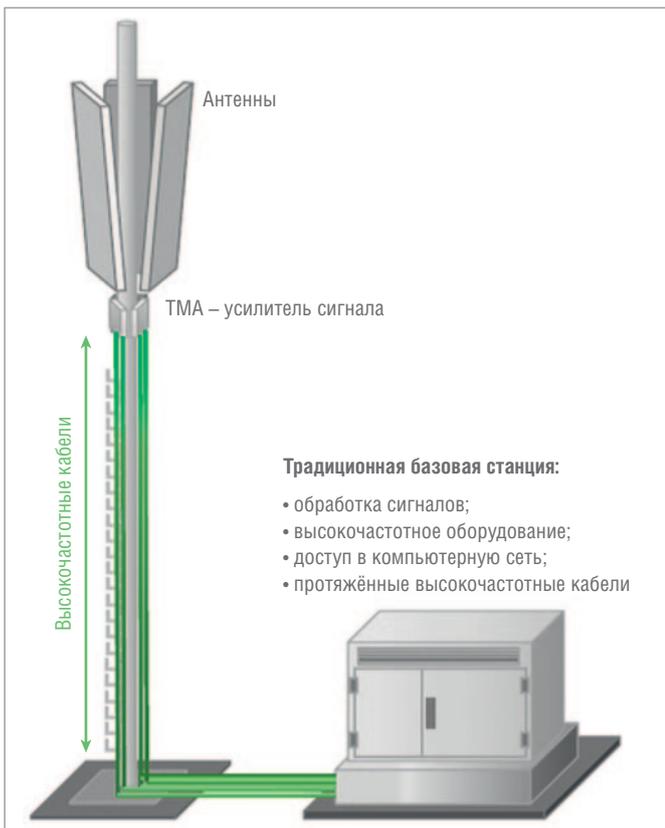
Развитие технологий мобильной связи с самого начала шло в направлении увеличения скорости передачи данных за счёт совершенствования технологий кодирования сигнала, более рационального использования диапазона частот и применения более мощных аппаратных средств.

За 25 лет этого развития условно сменилось 4 поколения технологий сотовой связи (рис. 2), однако в процессе смены поколений оставались неизменными принцип пространственного разделения обслуживаемых площадей на отдельные зоны, называемые сотами, и хэндовер (Handover) – принцип передачи активного соединения между зонами действия базовых станций сотовой связи.

Образующим элементом соты является базовая станция – BSS (Base Station Subsystem), конструктивно состоящая из большого металлического контейнера с телекоммуникационной аппаратурой (рис. 3) и нескольких антенн, расположенных на вышке или на крыше здания с секторными диаграммами направленности, образующими сплошную зону покрытия для радиосигнала.

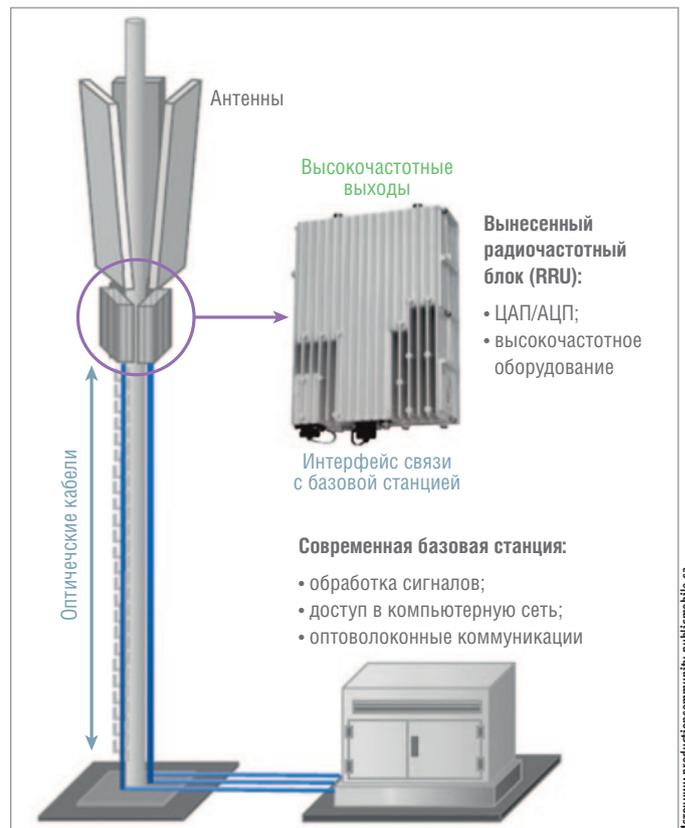
На первом этапе развития сотовых сетей внутри металлического контейнера, установленного в кондиционированном помещении (аппаратной) либо произведённого в уличном исполнении (outdoor), находились базовый блок – BBU (Baseband Unit) и радиомодули – RRU (Remote Radio Unit), осуществляющие формирование радиочастотного тракта, усиление и фильтрацию сигнала. Для подключения к антеннам использовались радиочастотные (RF) кабели (рис. 3).

В настоящее время наиболее распространена сеть распределённых базовых станций с выделенным базовым блоком BBU, который отвечает за цифровое взаимодействие базовой станции с мобильными устройствами пользователей и с ядром сети. Современный BBU представляет собой небольшой сервер стандарта 19” и высотой 2–3U, требования к его размещению остаются неизменными: либо в телекоммуникационной стойке (если существует ка-



Источник: productioncommunity.publible.ca

Рис. 3. Традиционная базовая станция



Источник: productioncommunity.publible.ca

Рис. 4. Распределённая базовая станция

кое-либо выделенное помещение), либо в климатизированном шкафу для внешнего (outdoor) размещения на бетонном основании, на крыше здания или на столбе/радиомачте на специальном кронштейне. Радиомодули расположены рядом с антеннами сотовой связи, а с базовым блоком BBU они соединены оптоволоконным кабелем (рис. 4).

Следующим логическим шагом развития архитектуры построения базовых станций стала концепция облачных BBU (Cloud BBU), предусматривающая перенос части функциональности локальных BBU на виртуализированные ресурсы мощных серверов, размещаемых в центрах обработки данных (ЦОД). Эта концепция за счёт централизации ресурсов и эффекта масштаба позволяет повысить надёжность и ёмкость базовых станций, одновременно снизив затраты на их эксплуатацию. Однако внедрение данной концепции идёт медленно из-за высоких требований к пропускной способности каналов связи между ЦОД и базовыми станциями [4, 5, 6].

#### **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ШКАФАМ OUTDOOR ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УЛИЦЕ**

Сотовые операторы несут ответственность за бесперебойное предоставление услуг связи и передачи данных, поэтому обеспечение сохранности и поддержание работоспособности телекоммуникационного оборудования, систем электропитания и других систем жизнеобеспечения базовых станций сотовой сети является для них важнейшей задачей, а ключевым элементом решения этой задачи служит надёжный шкаф, к характеристикам которого предъявляются высокие требования. Для установки и эксплуатации телекоммуникационного оборудования любого стандарта применяются специализированные решения, в первую очередь шкафы-контейнеры уличного исполнения outdoor (рис. 5).

Их основная функция заключается в обеспечении полной сохранности оборудования и защиты его от любых воздействий: аномально низких или высоких температур, дождя, снега, солнечной радиации, пыли, вандализма, а также в поддержании необходимого температурного режима работы оборудования. Конструкция должна обеспечивать комфортные условия для обслуживания оборудования, удобные для монтажников и эксплуатантов. Для монтажа на бе-

тонном основании, мачте либо стене в комплекте со шкафом идут соответствующие крепления и цоколи [7].

Наиболее важным аспектом при выборе телекоммуникационного outdoor-шкафа является реальная возможность снизить совокупную стоимость владения – TCO (Total Cost of Ownership), состоящую из стоимости приобретения, внедрения и использования (эксплуатации) телекоммуникационной инфраструктуры и оборудования, путём снижения эксплуатационных расходов. Эксплуатационные расходы на питание (электроэнергию), охлаждение и техническое обслуживание базовых станций составляют существенную (до одной трети) часть TCO для сотовых операторов. Общая для всех вычислительных систем проблема обеспечения функционирования электронного оборудования в пределах заданного температурного диапазона требует оснащения outdoor-шкафов системами поддержания микроклимата, то есть активных и пассивных систем охлаждения, а в условиях российского климата – дополнительного обогрева в зимний период.

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ НЕГАТИВНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ**

##### **● Воздействие высоких и низких температур окружающей среды**

Для обеспечения работоспособности систем поддержания микроклимата в шкафу во всём диапазоне температур окружающего воздуха необходимо использовать специальные кондиционеры уличного исполнения со встроенной системой обогрева и термоэлектрические охладители/обогреватели или же отдельные системы для обогрева и охлаждения внутреннего пространства шкафа, имеющие общую систему управления.

##### **● Воздействие пыли и атмосферных осадков**

Установленный на улице шкаф подвергается воздействию ветра, дождя, снега и льда, что особенно актуально для российской территории, поэтому такие шкафы должны иметь степень защиты от проникновения воды и пыли не ниже IP54 и иметь на поверхности специальные покрытия, стойкие к этим воздействиям. Кроме того, при наличии возможности их следует оснащать защитными козырьками, устанавливая под навесами или использовать другие укрытия.

##### **● Воздействие высокой влажности воздуха и соляного тумана**

В зонах с влажным климатом и в прибрежных районах морей и океанов шкаф дополнительно должен противостоять коррозии от конденсации влаги на его поверхности и воздействия соляного тумана, что достигается повышением его герметичности до степени защиты IP66 (NEMA 4x) и нанесением дополнительных антикоррозионных покрытий, а также использованием подходящих для таких условий систем поддержания микроклимата.

##### **● Воздействие прямого солнечного излучения**

Солнечная радиация влияет на шкаф в двух аспектах. С одной стороны, ультрафиолетовое (УФ) излучение приводит к быстрой деградации свойств лакокрасочного покрытия шкафа, в результате чего оно становится пористым и перестаёт противодействовать коррозии, поэтому для окраски шкафов используются специальные составы, стойкие к УФ-излучению. С другой стороны, солнечные лучи дополнительно нагревают шкаф, причём этот нагрев может быть гораздо мощнее, чем собственное тепловыделение активного оборудования, и, соответственно, для поддержания заданного температурного

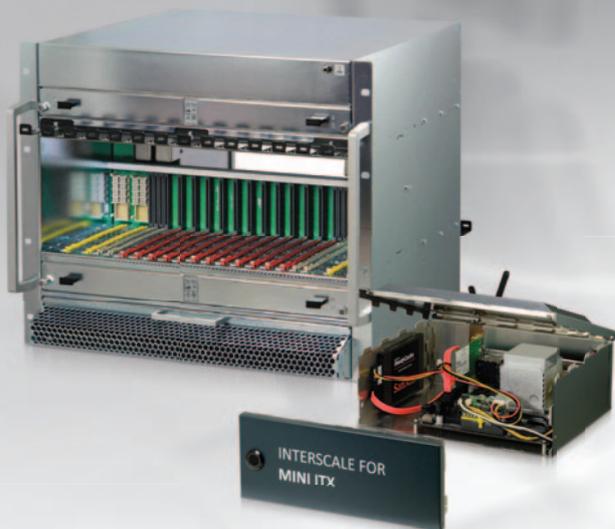


Рис. 5. Шкафы с телекоммуникационным оборудованием

# КОРПУСА, СИСТЕМЫ И ШКАФЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

ОТКРЫТЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

- Шкафы Varistar LHX с водяным охлаждением
- Системы MicroTCA
- Системы CompactPCI/Serial
- Корпуса Interscale для одноплатных систем



режима внутри шкафа требуется установка намного более мощных холодильных агрегатов, поэтому для уменьшения внешнего нагрева шкафов их стараются размещать под навесами и используют различные технологии для снижения теплопроводности стенок и крыши шкафа.

### ПОДДЕРЖАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ШКАФАХ

Допустим, оборудование надёжно защищено и находится в герметичном шкафу, куда не попадают пыль, грязь, вода и солёные брызги. Ещё одним существенным фактором, влияющим на формирование общих затрат, является обеспечение оптимального температурного режима для работы электронного оборудования. Эта проблема, общая для подавляющего большинства вычислительных систем, и в сотовых системах радиосвязи имеет первостепенное значение, в частности, на надёжность и срок службы любого, в том числе, электронного телекоммуникационного оборудования, в наибольшей степени влияет повышенная внешняя температура.

По данным Американской ассоциации инженеров отопления, охлаждения и кондиционирования воздуха ASHRAE (Association of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers), повышение температуры на каждые 8°C сокращает жизненный цикл электронного оборудования в два раза, срок его службы при +45°C уменьшается в 1,8 раза по сравнению с данным показателем при +20°C. Срок службы резервных аккумуляторов уменьшается с коэффициентом 4 при температуре +40°C, большинство из них имеет оптимальную продолжительность жизни при температуре от +20 до +25°C. Таким образом, необходимым условием для поддержания электронного оборудования и резервных батарей в рабочем состоянии как можно дольше является обеспечение рабочей температуры ниже +30°C [8].

### РЕШЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Существует несколько общих решений для поддержания рабочей температуры внутри шкафа, исходя из тепловой нагрузки, условий и температуры окружающей среды.

- **Естественная конвекция:** естественная вентиляция обеспечивает охлаждение оборудования внутри шкафа через отверстия на дне и в верхней части кон-

структива. Циркуляции помогает естественная тенденция к подъёму вверх горячего воздуха. Тепло также передаётся через стенки корпуса. Если тепловая нагрузка высока, естественной вентиляции будет недостаточно для поддержания внутренней температуры ниже +40°C. Кроме того, использование естественной конвекции нарушает требование к герметичности шкафа и облегчает проникновение в него влаги и пыли.

- **Принудительная вентиляция наружным воздухом:** вентиляторы увеличивают циркуляцию воздуха, тем самым способствуя охлаждению, но при этом грязь, твёрдые частицы и другие атмосферные загрязнители могут попасть внутрь шкафа и стать потенциальной причиной повреждения оборудования, в связи с чем эти вентиляторы обычно комплектуются фильтрами. Фильтры нуждаются в частой замене и не всегда способны остановить проникновение влаги и загрязняющих веществ.

- **Активное охлаждение с использованием холодильных агрегатов:** при таком виде охлаждения герметичность шкафа сохраняется и попадание воды и пыли внутрь него исключено. Подобные решения включают термоэлектрические охладители и кондиционеры для outdoor-шкафов. Эффективность решений зависит от тепловой нагрузки на оборудование и соотношения температуры окружающей среды с требуемой температурой внутри шкафа.

Выбор решения принципиально зависит от того, в каком климате необходимо эксплуатировать базовые станции сотовой связи. Если максимально допустимая температура внутри шкафа выше температуры окружающей среды, то оптимальным решением будет установка шкафа с пассивным охлаждением или вентиляция наружным воздухом.

Если максимально допустимая температура внутри шкафа стабильно ниже температуры окружающей среды, то необходим шкаф с активным охлаждением.

Естественное охлаждение и вспомогательная вентиляция являются, безусловно, самыми дешёвыми решениями, однако, как уже говорилось, ответственное телекоммуникационное оборудование желательно размещать в герметичных шкафах. Поэтому в зоне умеренного и жаркого климата и в особенности при наличии прямой солнечной радиации оптимальным решением является применение кондиционера или термоэлектрического охладителя. Шка-

фы с активным охлаждением и экранированием от солнца надёжно защищают оборудование от воздействий окружающей среды в виде солнечной радиации и температурных экстремумов, а также от попадания пыли [6].

### ШКАФЫ ДЛЯ УСТАНОВКИ НА УЛИЦЕ ФИРМЫ SCHROFF – ЗАЩИТА КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЛЮБЫХ УСЛОВИЯХ

Компания **Schroff** (Германия) предлагает три варианта стандартных шкафов для установки на улице, предназначенных для размещения различного телекоммуникационного оборудования, систем электропитания и кабельной разводки для силовых, сигнальных и оптоволоконных кабелей.

#### Шкаф Comline Outdoor

Самым простым и недорогим является облегчённый шкаф Comline Outdoor, выполненный по одностенной технологии и предназначенный для размещения в нём оборудования с невысокой выделяемой тепловой мощностью.

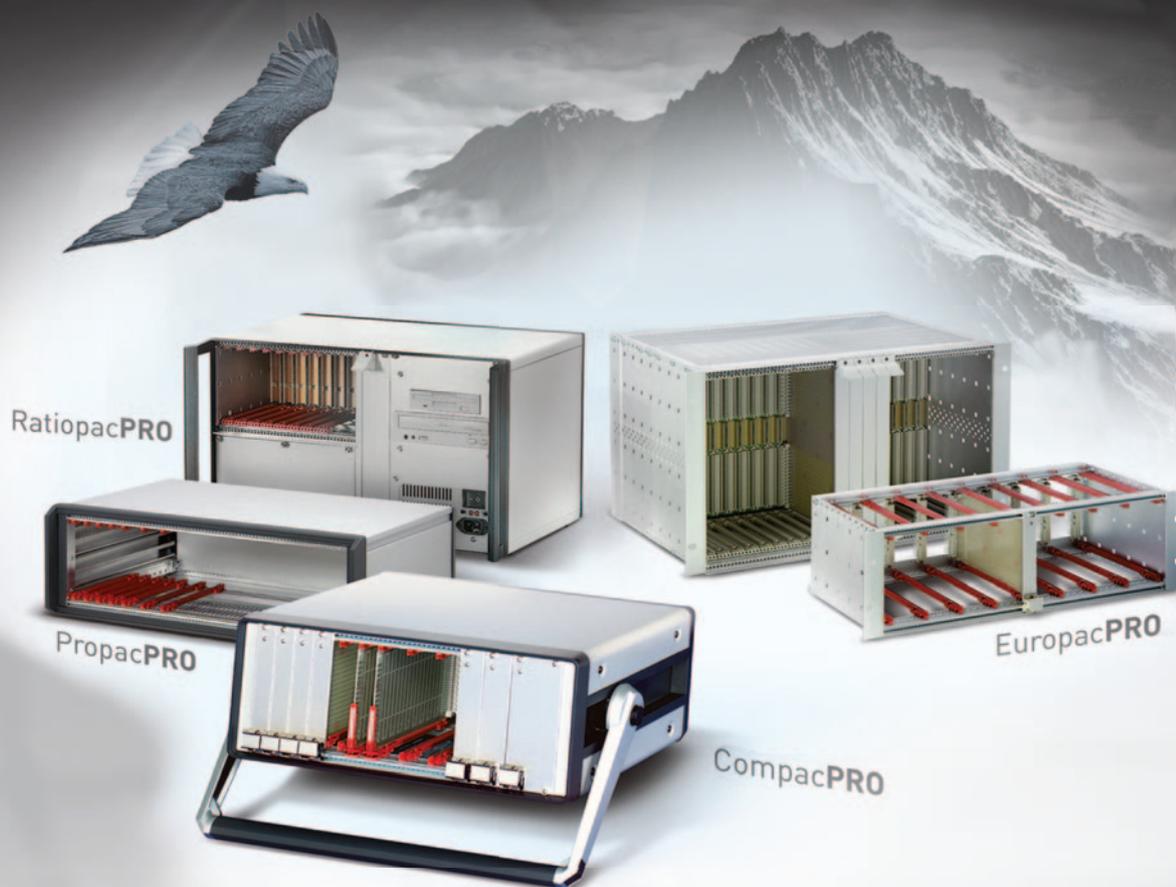
Данный шкаф соответствует промышленным стандартам:

- UL 508A,
- NEMA/ЕЕМАС тип 3, 3R, 4, 4X, 12,
- МЭК 60529, IP66,
- NEBS™ – Telcordia GR487, GR63, IEC 48D,

и имеет степень защиты IP66.

Шкаф Comline Outdoor имеет два варианта конструкции: однодверный с доступом к оборудованию только спереди и двухдверный с доступом спереди и сзади (рис. 6). Дверь шкафа может иметь два исполнения: стандартное и усиленное. Стандартная дверь является легкосъёмной, при этом допустимая статическая нагрузка на дверь до 22,7 кг, усиленная дверь является несъёмной с допустимой статической нагрузкой до 68 кг. Снаружи шкаф имеет специальное порошковое покрытие, устойчивое к ультрафиолетовому излучению, и может быть установлен на крыше или стене здания, а также на мачте при использовании специального крепёжного комплекта. Герметичность шкафа Comline Outdoor обеспечивается наличием силиконового уплотнителя дверей, защита от солнца и атмосферных осадков осуществляется при помощи дополнительной крыши. Шкаф предлагается в 12 стандартных типоразмерах, но также может быть модифицирован с учётом требований конкретного приложения (рис. 7).

# Платформа EuropacPRO — евромеханика высокого полёта



## **PRO**грессивные блочные каркасы и приборные корпуса

- Безграничное разнообразие конфигураций из унифицированных компонентов
- Современный промышленный дизайн
- Высокая прочность и надёжность
- Доработка под индивидуальные требования



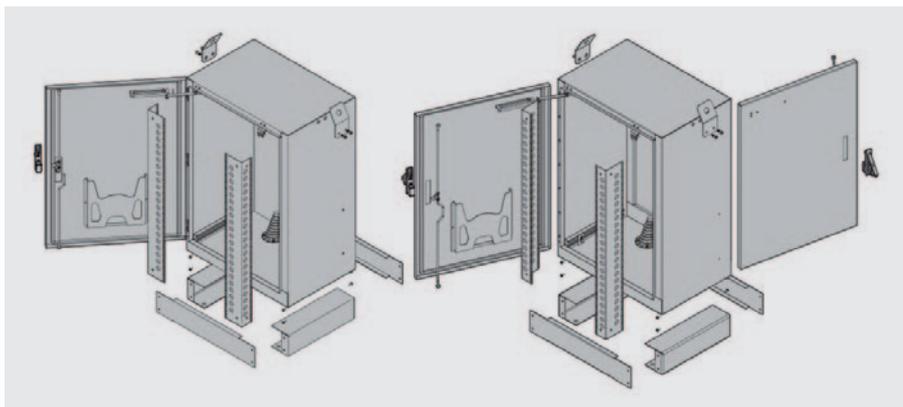


Рис. 6. Шкаф Comline Outdoor с цоколем: доступ только спереди либо спереди и сзади



Рис. 7. Шкаф Comline Outdoor с защитной крышей и без неё

### Шкаф Outdoor Unibody

Следующим представителем продуктовой линейки Schroff для установки на улице является шкаф **Outdoor Unibody**, выполненный по технологии двойных стенок из стали и коррозионно-стойкого алюминия для лучшей термоизоляции внутреннего оборудования от внешней среды и предназначенный для установки на подготовленное бетонное основание. Шкаф Outdoor Unibody представляет собой экономичный вариант, состоящий из единого внутреннего корпуса и элементов внешней облицовки, и имеет одну переднюю дверь, поэтому хорошо подходит для установки стандартного оборудования, доступ к которому требуется только спереди. Шкаф выпускается в нескольких стандартных типоразмерах, но в основном изготавливается на заказ в соответствии с требованиями конкретного применения.

### Шкаф Outdoor Modular

Шкаф **Outdoor Modular** предоставляет пользователю максимальное удобство,

так как он собирается из отдельных деталей и может быть изготовлен на заказ любого размера и иметь произвольную внутреннюю компоновку, поэтому он пользуется наибольшим спросом, и мы рассмотрим его более подробно. Шкаф Modular конструктивно выполнен по технологии двойных стенок и состоит из профильного алюминиевого каркаса и съёмных элементов облицовки. Такая конструкция обеспечивает возможность изготовления шкафов практически любого размера и предоставляет доступ к оборудованию со всех сторон. Шкафы Outdoor Modular предназначены для установки на подготовленное бетонное основание и надёжно крепятся к нему, причём доступ к элементам крепления осуществляется только изнутри шкафа, что делает невозможным его демонтаж без вскрытия.

Шкаф имеет антивандальную защиту за счёт практического отсутствия зазоров между панелями, установки полностью скрытых дверных петель из алюминиевого профиля, трёхточечной

системы запирания дверей с цилиндрическим замком, а также крепления всех деталей шкафа, включая элементы цоколя, только изнутри, что исключает возможность демонтажа деталей шкафа снаружи при закрытой двери (рис. 8, 9).

Использование прокладок из различных материалов в зависимости от требуемого диапазона температур наружного воздуха обеспечивает герметичность шкафа, при этом он дополнительно может иметь систему электромагнитного экранирования внутреннего пространства, что особенно важно для обеспечения бесперебойной работы высокочастотного телекоммуникационного оборудования.

Применение технологии двойных стенок позволяет на 85% уменьшить нагрев шкафа прямым солнечным излучением и улучшает его теплоизоляционные свойства, при этом внутренняя стенка имеет оребрение *в форме меандра* для лучшей теплоотдачи за счёт увеличения поверхности теплообмена в том случае, когда для охлаждения системы приме-



Рис. 8. Внешний вид шкафа с антивандальной защитой



Рис. 9. Устройство патентованной системы запирания и антивандальной защиты



Рис. 10. Внутренняя стенка в форме меандра

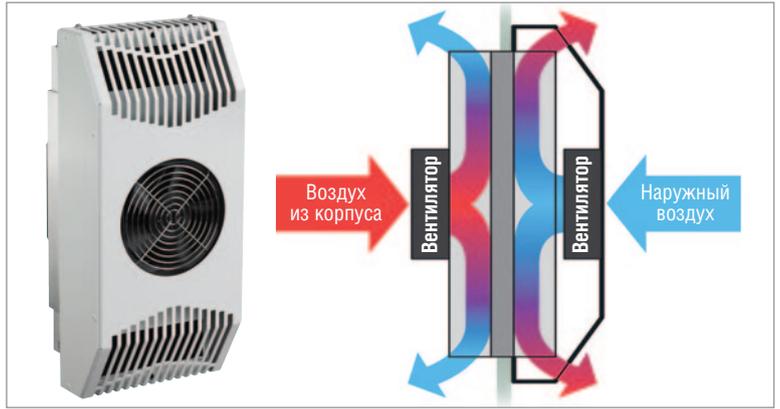


Рис. 11. Термоэлектрический охладитель

няется принудительная вентиляция межстеночного пространства (рис. 10).

**ПОДДЕРЖАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ШКАФАХ СЕРИИ OUTDOOR**

В базовых конструктивах **Unibody** и **Modular** предусмотрено использование нескольких типов активных средств поддержания микроклимата.

1. Принудительная вентиляция в межстеночном пространстве или прямая вытяжная вентиляция с вентиляторным блоком в крыше и воздухозабором с воздушным фильтром в дверях (в случае отсутствия требований к полной герметичности шкафа). Это самый экономичный способ охлаждения, но он требует, чтобы температура снаружи шкафа была ниже, чем внутри.
2. Использование воздухо-воздушных теплообменников, в которых внутренний воздух шкафа передаёт излишнее тепло наружному воздуху че-

рез мембрану, не смешиваясь с ним и сохраняя герметичность шкафа. Мощность охлаждения таких теплообменников может достигать 70 Вт/К (на каждый градус превышения температуры внутри шкафа над температурой наружного воздуха отводится до 70 Вт). Теплообменники просты по конструкции и надёжны, но имеют то же ограничение в применении, что и системы вентиляции: температура снаружи шкафа должна быть ниже, чем внутри.

3. Использование холодильных агрегатов. Этот метод применяется наиболее часто (и поэтому мы рассмотрим его более подробно), так как даже в зонах умеренно холодного климата в летний период температура наружного воздуха может быть выше требуемой по условиям эксплуатации телекоммуникационного оборудования, не говоря уже о нагреве шкафа под воздействием прямых солнечных лу-

чей. Таким образом, требуемая температура внутри шкафа, как правило, должна быть существенно ниже, чем снаружи, что автоматически приводит к использованию холодильных агрегатов. Компания Schroff, как правило, использует в своих шкафах для установки на улице холодильные агрегаты производства компании Hoffman Cooling (США).

**Термоэлектрические охладители на основе эффекта Пельтье**

Для контроля микроклимата в небольших шкафах и корпусах, в которых установлено оборудование с невысоким тепловыделением, хорошо подходят холодильные агрегаты на основе эффекта Пельтье (рис. 11). Принцип работы элемента Пельтье заключается в возникновении разности температур на двух сторонах специальной полупроводниковой пластины при протекании посто-


www.axiomtek.com

## Следующее поколение умного производства



**MANO521**  
Высокопроизводительная материнская плата Mini-ITX  
-10...+60°C

Тонкий одноплатный компьютер Mini-ITX с сокетом LGA1151 8-го поколения ЦП Intel® Core™ i7/i5/i3, DisplayPort++, HDMI, LVDS, VGA, USB 3.0, M.2 и 2xGbE LAN



**Agent336**  
- ПК на основе RISC-процессора (i.MX 8M)  
- Сертификат E-mark  
-40...+70°C



**eBOX671-521-FL**  
- ЦП Intel® Core™ 8-го поколения (Coffee Lake-S)  
- Опционально графический модуль MXM NVIDIA GTX1030/GTX1050 или AMD E9172  
- 4xPoE, IEEE 802.AT  
-40...+50°C




Axiomtek Co., Ltd.
E-mail: info@axiomtek.com.tw
Tel: +886-2-8646-2111

Реклама



Рис. 12. Конструкция холодильного агрегата

янного электрического тока от одной стороны пластины к другой. При правильном подборе материалов для пластины разность температур на её сторонах может достигать 70°C, причём данный эффект обратим — при изменении направления протекания тока горячая и холодная сторона элемента меняются местами, что позволяет использовать один и тот же агрегат как для охлаждения шкафа летом, так и для обогрева его зимой, для чего достаточно установить с двух сторон элемента Пельтье вентиляторы и снабдить это устройство контроллером для управления. Таким образом, у холодильных агрегатов на основе эффекта Пельтье есть целый ряд достоинств:

- обратимость эффекта — обогрев;
- низкий уровень шума;
- компактность — возможность установки на небольшие корпуса;
- возможность работы в помещении или на улице в любом пространственном положении;
- возможность работы без фильтров — практически без техобслуживания.

К недостаткам можно отнести низкую агрегатную мощность охлаждения (до 200 Вт) и невысокий КПД, приводящий к относительно большому расходу электроэнергии.

#### Компрессорные холодильные агрегаты (кондиционеры) для шкафов Outdoor

Кондиционеры для поддержания микроклимата в шкафах Outdoor применяются наиболее часто, могут иметь мощность охлаждения от сотен Вт до десятков кВт.

Принцип действия кондиционеров для шкафов фирмы Hoffman Cooling



Рис. 13. Кондиционеры для шкафов Outdoor

полностью аналогичен используемому в обычных бытовых кондиционерах или холодильниках, применяющих для отвода тепла процессы испарения и конденсации хладагента. Кондиционер обычно устанавливается в стенку или дверь шкафа, сохраняя его герметичность, и состоит из следующих основных частей (рис. 12):

- *компрессор* — двигатель и насос для обеспечения циркуляции хладагента;
- *радиатор испарителя* — алюминиевый, находится на внутренней стороне кондиционера (в шкафу);
- *радиатор конденсера* — алюминиевый, находится на внешней стороне кондиционера (вне шкафа);
- *хладагент* — химический состав, переносящий тепло между внутренним радиатором испарителя и наружным радиатором конденсера, удаляя таким образом тепло из шкафа.

В качестве хладагента в кондиционерах используется безопасный для озонового слоя хладон R134a.

К кондиционерам для шкафов Outdoor (рис. 13) предъявляются повышенные требования по надёжности и стойкости к воздействиям внешней среды, так как наружная часть таких кондиционеров круглый год находится в уличных условиях. Конструктивные особенности таких кондиционеров рассмотрим на примере агрегатов серии T компании Hoffman Cooling. Важнейшим преимуществом данных кондиционеров является возможность работы при температуре окружающего воздуха от -40°C, что требуется для работы практически во всех регионах России. Такие кондиционеры имеют встроенный отопитель для обогрева внутренне-

го пространства шкафа в зимний период и комплектуются термостатом или управляющим контроллером, обеспечивающим автоматическое поддержание оптимального температурного режима внутри шкафа в течение всего года. Отдельный подогреватель имеется также в масляном поддоне компрессора кондиционера и служит для поддержания масла в жидком состоянии при отрицательных температурах, что обеспечивает безопасный пуск компрессора кондиционера при наступлении тёплого сезона.

Вентилятор наружного контура, радиатор конденсера и все остальные части кондиционера, соприкасающиеся с наружным воздухом, имеют специальное грязеотталкивающее нанопокрытие, что позволяет исключить из перечня работ по техническому обслуживанию кондиционера такую операцию, как очистка или замена воздушных фильтров. Корпус и внутренняя конструкция кондиционеров для работы в особо тяжёлых условиях могут быть изготовлены полностью из нержавеющей стали.

#### Основные характеристики

- Мощность охлаждения 234—17290 Вт и более.
- Работа при низкой температуре окружающей среды от -40°C.
- Подогреватель компрессора.
- Защитное покрытие радиатора конденсера.
- Аварийный выключатель.
- Комплектуются термостатом и обогревателем.
- Компактные размеры.
- Монтаж на поверхности или с заглублением.

- Хладагент, безопасный для окружающей среды.
- Герметичный корпус, защита от дождя и ветра.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование для размещения телекоммуникационного оборудования в уличных условиях шкафов серии Outdoor компании Schroff с надёжной системой контроля микроклимата, устойчивых к воздействию дождя, снега, пыли, высоких и низких температур и вандализма, может снизить для компании-оператора сотовой сети совокупную стоимость владения базовой станцией за счёт увеличения жизненного цикла находящегося внутри электронного оборудования, обеспечивая его бесперебойную и надёжную работу даже в суровых климатических условиях.

Уличные шкафы Schroff Outdoor могут использоваться также в системах оповещения (сигнализации), управления дорожным движением и для размещения оборудования контрольно-измерительных систем. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кобылко А.А. Оператор связи как социально-экономическая система // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. – Т. 14, вып. 38.
2. Кобылко А.А. Анализ взаимосвязей элементов макроэкономической системы рынка телекоммуникационных услуг // Terra Economicus. – 2017. – Т. 15, № 4.
3. Как преодолеть «цифровое неравенство» [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://www.cnews.ru/reviews/free/gov2011/articles/article27.shtml>.

4. Сеть радиодоступа 5G, часть 1 [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://itechinfo.ru/node/188>.
5. Распределённая базовая станция [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://celnet.ru/rasprbs.php>.
6. Перспективы развития систем сотовой мобильной связи [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://afu.com.ua/gsm10>.
7. Орлов С. Глубокоуважаемый шкаф [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.osp.ru/lan/2008/03/377916>.
8. A comprehensive guide to thermal management of telecom enclosures. – USA: Thermal Edge Inc., 2019.

**Авторы – сотрудники**

**фирмы ПРОСОФТ**

**Телефон: (495) 234-0636**

**E-mail: info@prosoft.ru**

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Компания ПРОСОФТ поддержала хакатон по экомониторингу в Солнечногорске



29 июня Управление молодежной политики Администрации городского округа Солнечногорска Московской области организовало хакатон по созданию системы мониторинга воздуха. Компания ПРОСОФТ выступила партнёром этого мероприятия для молодых разработчиков.

Хакатон прошёл в коворкинг-центре «Альянс Коворкинг» г. Солнечногорска и был приурочен к анонсу открытия в Солнечногорске Центра молодежного инновационного творчества (ЦМИТ) «Эврика». Перед участниками была поставлена задача разработки проектного предложения на создание системы экомониторинга воздуха на территории Солнечногорского округа Подмосковья.

Это довольно объёмное и амбициозное задание. Система онлайн-мониторинга должна обеспечивать специалистов необходимой информацией о качестве воздуха, предсказывать возникновение критических ситуаций и вы-

являть их источники, собирая для этого оперативные данные в облачное приложение. Аналитические ресурсы системы экомониторинга реализуются на базе технологий Интернета вещей. Солнечногорский район считается санаторно-курортной зоной Подмосковья, также здесь находится самое большое в Подмосковье озеро Сенеж с многочисленными базами отдыха, поэтому экологический контроль воздуха для этого региона является весьма актуальным.

В хакатоне приняли участие девять проектных команд, в том числе пять команд из Солнечногорского городского округа Московской области, а также команды из Рузы, Фрязино, Москвы и Санкт-Петербурга.

Юные специалисты решали поставленную задачу, в том числе, с помощью набора инструментов, предоставленных компанией ПРОСОФТ. А именно, в распоряжении

участников было оборудование компании Libelium – производителя компонентов и готовых решений для сбора информации о состоянии окружающей среды, а также систем «Умный город», «Умные парковки», «Умное сельское хозяйство», «Умное производство» и других. Решения сбора данных для IoT строятся на базе распределённой системы датчиков, работающих внутри радиосетей ZigBee, LoRaWAN, 802.15.4, Bluetooth, Sigfox, 4G/LTE.

Темы проектных предложений, принятых к дальнейшей проработке по итогам хакатона:

- Мониторинг качества воздуха в зоне обновлённого городского пляжа.
- Мониторинг состояния воздушной среды над территорией озера Сенеж и близлежащих предприятий.
- Мониторинг качества воздуха на трассах для велопрогулок и скандинавской ходьбы.
- Мониторинг загрязнений воздуха и воды Екатерининского канала и прилегающих к нему территорий.
- Анализ воздуха при помощи БПЛА (беспилотных летательных аппаратов).

Работа над проектами продолжится в ходе Московского областного форума «Я – гражданин Подмосковья» на базе открывающегося в Солнечногорске ЦМИТ «Эврика».

Компания ПРОСОФТ имеет собственные учебные центры для подготовки и повышения квалификации специалистов по АСУ ТП. Она поддержала хакатон в рамках политики содействия образовательному процессу и подготовки будущих специалистов, которым предстоит работать над дальнейшим развитием систем автоматизации и созданием цифровой экономики России. ●