

О принципах выбора щитового климатического оборудования

Константин Трутко (Москва)

Поддержание оптимальной температуры в электрических шкафах является одной из основ обеспечения безаварийной работы всего электрохозяйства предприятия. В статье приводится обзор технических средств для поддержания микроклимата в электрических щитах (термостатов, вентиляторов с фильтром, электронагревателей, гигростатов) и принципы расчёта параметров климатического оборудования.

Несоблюдение надлежащего температурного режима в электрических шкафах приводит к негативным последствиям для щитового оборудования: сокращению срока службы электронных компонентов, деградации характеристик приборов, частым простоям оборудования, вплоть до полной остановки производства. При наличии в электрическом шкафу электронных компонентов и оборудования, выделяющих большое количество тепла, повышение температуры может вызвать перегрев и выход из строя элементов электрической схемы шкафа, не рассчитанных на работу в таких условиях.

Для увеличения срока службы и надёжной работы оборудования внутри шкафов управления необходимо контролировать и регулировать температуру и относительную влажность воздуха.

Щитовые вентиляторы

Самым простым способом предотвращения перегрева электрического шкафа является организация принудительной циркуляции воздуха во внутреннем объёме шкафа при помощи вентиляторов.

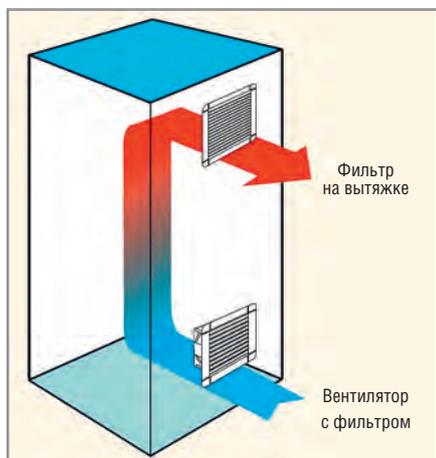


Рис. 1. Организация охлаждения шкафа с применением вентиляторов

ёме шкафа при помощи электрических вентиляторов. Вентилятор, встроенный в нижнюю часть дверцы или в боковую стенку электрического шкафа, нагнетает более холодный заборный воздух внутрь шкафа, а горячий воздух выводится через вытяжную решётку в верхней части шкафа (см. рис. 1). При нагнетании заборного воздуха велика вероятность попадания в шкаф большого количества пыли. Для предотвращения засорения шкафов используются вентиляторы и вытяжные решётки, оборудованные высокоэффективными фильтрующими элементами, способными задерживать на своей поверхности как крупные, так и мелкие частицы мусора, цементную пыль, пух и споры растений.

При выборе схемы охлаждения электрического шкафа и типоразмера вентилятора с фильтром необходимо принять во внимание целый ряд факторов. Отправной точкой для расчёта типоразмера вентилятора с фильтром является информация о тепловой энергии, рассеиваемой установленными в шкафу приборами и компонентами. Эта информация доступна в справочниках и каталогах всех производителей оборудования, и задача инженера-проектировщика сводится к суммированию расчётных величин рассеиваемой внутри электрощита тепловой энергии. Также необходимо учесть поправку на нагрев электрических проводников внутри шкафа при максимальном расчётном режиме работы оборудования. Затем вычисляется максимальная разница между внутренней и внешней температурой. При этом учитывается максимально допустимая температура внутри электрического шкафа, в соответствии с условиями эксплуатации устройств и электрических компонент, установленных в электрощите, и

максимальной возможной температурой вне электрощита.

При проведении тепловых расчётов удобно пользоваться готовыми диаграммами, которые приводятся в каталогах производителей щитового климатического оборудования (см. рис. 2).

Проекция на ось X точки пересечения линии тепловой мощности (Вт) и соответствующей зелёной линии соответствует расчётному значению расхода воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), который необходимо обеспечить для получения необходимой температуры внутри электрощита. Продлив эту линию вертикально до пересечения с синей горизонтальной полосой, получим оптимальный типоразмер вентилятора, необходимый для обеспечения отвода тепла в расчётных условиях.

В качестве примера рассмотрим выбор вентилятора для электрощита с выделяемой тепловой мощностью 500 Вт. При этом перепад температур между внутренним и наружным пространствами электрощита составляет 20 К. Требуемый расход воздуха составляет около $80 \text{ м}^3/\text{ч}$. С учётом загрязнения фильтра имеет смысл обеспечить запас 10%. Таким образом, для обеспечения надлежащего отвода тепла из внутреннего пространства электрощита в данных условиях подходит щитовой вентилятор с фильтром с расходом воздуха $100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для длительной безотказной работы имеет смысл выбирать вентилятор с шарикоподшипником, алюминиевым корпусом и ротором, изготовленным из пластика или металла (в зависимости от модификации).

Фильтры

Согласно DIN 24185 фильтры классифицируются по 9 классам: 4 класса фильтров грубой очистки пыли и 5 классов сажевых фильтров тонкой очистки. Фильтры грубой очистки (EU1–EU4) непроницаемы для частиц размером более 10 мкм. Сажевые фильтры (EU5–EU9) применяются для фильтрации частиц размерами 1–10 мкм.

Качество фильтрующих элементов определяется в соответствии с DIN 24185 в независимой лаборатории. Маркировка с наименованием типа и

класса фильтра наносится на изделие вместе с торговым знаком после проведения лабораторных испытаний. Для фильтрующих элементов класса EU3 среднее значение эффективности воздушного фильтра составляет 80–90%.

Фильтрующий материал представляет собой пластиковое волокно с прогрессивной структурой, имеющее влагостойкость до 100% относительной влажности и термостойкость до +100°C. Диаметр волокон фильтра и расстояние между волокнами с чистой наветренной стороны меньше, чем с подветренной. Вследствие этого на фильтре оседают сначала крупные частицы пыли, а затем мелкие. Таким образом, рационально используется весь объём фильтрующего элемента. Согласно требованиям пожарной безопасности, в соответствии с DIN 53438, материал фильтрующих элементов должен быть самозатухающим.

Использованные в конструкции пластмассы соответствуют классу воспламеняемости согласно UL94.

В стандартной комплектации вентилятор с фильтром поставляется в положении «приток в щит», то есть холодный воздух фильтруется и втягивается в корпус электрощита. В некоторых случаях бывает необходимо, чтобы тёплый воздух вытягивался из электрического шкафа. Направление воздушного потока можно изменить с притока в электрощит на вытяжку путём изменения положения двигателя вентилятора, либо применив специальную версию вентилятора с обратным направлением потока воздуха.

В плотно закрытых электрических щитах вследствие нагревания в процессе работы отдельных приборов происходит увеличение давления воздуха. Клапан выравнивания давления позволяет поддерживать необходимое давление, при этом сохраняя высокую степень защиты электрощита от пыли и влаги. Клапан выравнивания давления соответствует нормам DIN EN 62208 для использования в электрических щитах.

ЩИТОВЫЕ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛИ

Другим фактором, влияющим на бесперебойную работу оборудования в электрических шкафах, является низкая температура и, как следствие, возможность образования водяного конденсата на поверхности и внутри электрических компонентов и электронных приборов, установленных в шкафу.

Большинство приборов не рассчитано на работу при низких температурах. Для монтажа оборудования в неотапли-

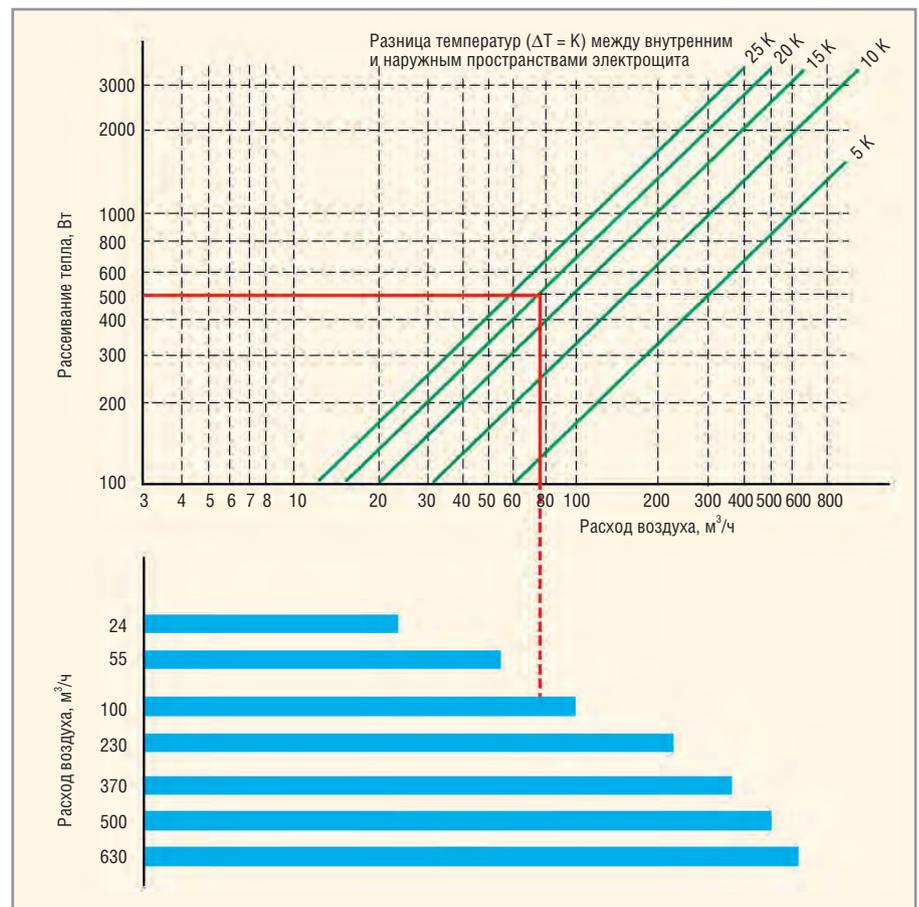


Рис. 2. Диаграмма выбора вентиляторов

ваемых помещениях и на улице необходимо использовать термостат для управления нагревателями, установленными в шкафах управления. Это позволит сохранить допустимую для оборудования температуру эксплуатации внутри шкафа.

Ведущие компании-производители щитового климатического оборудования выпускают линейку электронагревателей следующих мощностей: 25, 50, 100, 150, 250 и 400 Вт. Электронагреватели небольшой мощности (до 150 Вт), как правило, имеют полупроводниковый нагревательный элемент и радиатор из алюминиевого сплава. Они устанавливаются в нижней части обогреваемого шкафа, на некотором расстоянии от внутренних электрических компонентов. Тепло распространяется внутри объёма шкафа за счёт конвекции. При выборе электронагревателя следует отдавать предпочтение моделям, оснащённым защитным кожухом из жаростойкого пластика, который защитит руки электрика от ожогов и предотвратит оплавление изоляции и инструментов при случайном касании.

Эффективный теплосъём с радиаторов электронагревателей большой мощности (от 250 Вт) невозможен без принудительной циркуляции воздуш-

ных потоков вблизи нагревательного элемента. По этой причине электронагреватели с тепловой мощностью от 250 Вт оснащаются встроенными вентиляторами. Вентилятор представляет собой осевой вентилятор с шарикоподшипником, с переменной скоростью воздушного потока 13,8–45 м³/ч, в зависимости от варианта исполнения.

Для обеспечения безопасности и наилучшей производительности электронагреватели необходимо монтировать в электрическом шкафу с соблюдением следующих правил:

- минимальное расстояние между электрическими приборами в шкафу и электронагревателем должно составлять 60 мм;
- положение при монтаже электронагревателя – вертикально (кабели под обогревателем), в нижней части шкафа;
- запрещается устанавливать обогреватели над легко воспламеняемыми материалами;
- запрещается эксплуатировать нагревательный элемент в коррозионной окружающей среде.

Нагревательным элементом является РТС-резистор. В основе работы терморезисторов используется свойство

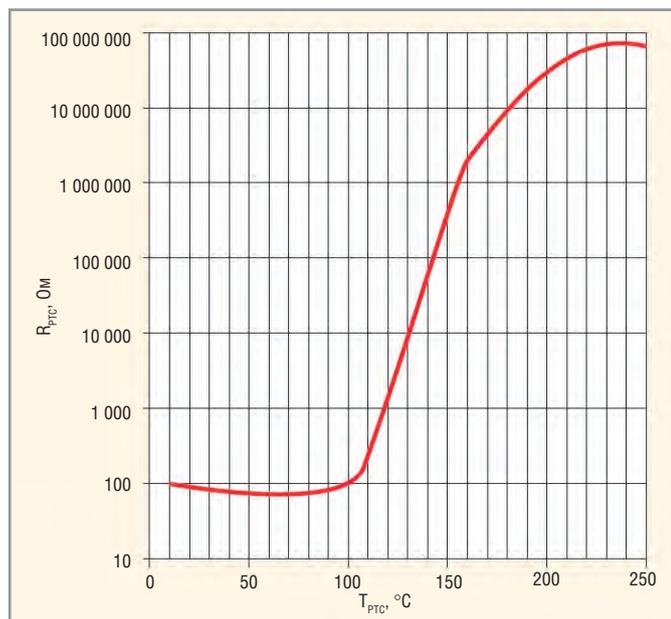


Рис. 3. Зависимость электрического сопротивления терморезистора РТС от температуры

полупроводниковых поликристаллических керамических материалов (например, титанат бария BaTiO₃) изменять сопротивление в зависимости от температуры. В терморезисторах РТС (с положительным температурным коэффициентом) используется свойство электропроводящих материалов при низких температурах проводить ток лучше, чем при высоких температурах. Электрическое сопротивление увеличивается с ростом температуры (см. рис. 3).

Для расчёта необходимой мощности обогрева электрощита необходима следующая информация:

- размеры корпуса электрощита (высота, ширина и глубина в мм);
- тип монтажа (например, свободно стоящие, настенные и т.д.);
- место установки (например, в помещении или на открытом воздухе);
- используемый материал корпуса электрощита (например, сталь);
- перепад температуры в градусах (К);
- рассеиваемая мощность (Вт).

Расчёт мощности щитовых электронагревателей производится с учётом приведённых параметров по формуле:

$$P = T \times k \times S - P_s$$

где P – расчётная мощность обогревателя (Вт), T – абсолютная сумма температур снаружи и внутри шкафа (°C), k – коэффициент теплопроводности материала (для стали 5,5), S – полная площадь корпуса (м²), P_s – тепловая мощность, которая выделяется устройствами внутри шкафа (Вт).

Быстрее и удобнее произвести расчёт мощности щитовых электронагревателей можно, воспользовавшись специальными таблицами и программами расчёта, которые предоставляют на своих веб-сайтах производители оборудования.

Щитовые регуляторы температуры

Для регулирования температуры внутри электрического шкафа применяют следующие технические решения.

1. Высокоточные температурные контроллеры с резистивным датчиком температуры внутри электрического шкафа, с пропорционально-интегральным регулятором и выходами на исполнительные механизмы (обогреватели и вентиляторы). Такой вариант можно рекомендовать либо в случае, когда в шкафу уже установлен контроллер, у которого имеются незадействованные входы, выходы и вычислительные мощности, либо если требуется очень точное регулирование температуры. В остальных случаях использование температурных контроллеров является неоправданно дорогим.
2. Электрообогреватели со встроенными регуляторами температуры. Критическим недостатком данного способа является то, что измерительный термоматчик располагается непосредственно в корпусе электрообогревателя, что приводит к очень большой погрешности в измерениях.
3. Выносные электронные и электромеханические регуляторы температуры

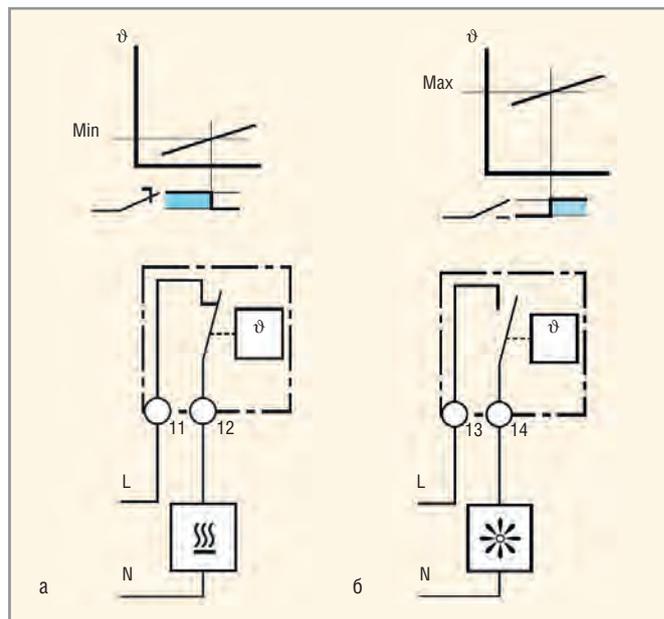


Рис. 4. Регулирование температуры с помощью: а – электронагревателя; б – вентилятора

(термостаты) – наиболее распространённый вариант для регулирования температуры внутри электрического шкафа. Электронные регуляторы температуры стоят дороже и применяются только в особых случаях.

Чаще всего для регулирования температуры применяются электромеханические термостаты со встроенной биметаллической пластиной – элементом, обладающим свойством деформироваться (изгибаться) в одном направлении под воздействием повышенной температуры. В составе пластины имеются два металла с разными коэффициентами температурного расширения. При нагреве такой пластины её компоненты расширяются по-разному, что приводит к изгибу, форма которого зависит от разности температурных коэффициентов. Скорость деформации прямо пропорциональна изменению температуры. При охлаждении пластины она приобретает исходное положение. Пластина является монолитным соединением и может работать сколь угодно долго. Электромеханические термостаты с биметаллической пластиной не требуют дополнительного электропитания, просты и надёжны в работе.

Широкое распространение также получили электромеханические термостаты для раздельного регулирования температуры в щите либо при помощи электронагревателя, либо при помощи вентилятора (см. рис. 4). В первом случае при снижении температуры внутри электрощита ниже заданной уставкой управляющий контакт замыкается.

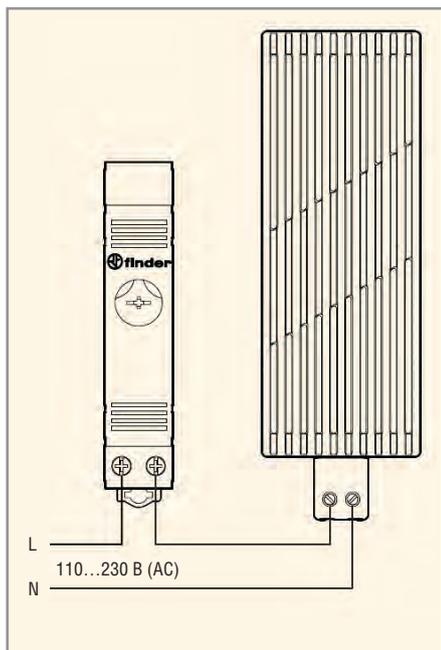


Рис. 5. Схема с прямым включением обогревателя через контакты термостата

При достижении заданной температуры управляющий контакт размыкается. Во втором случае управляющий контакт замыкается при превышении температуры внутри электрощита заданной уставкой и размыкается при достижении температурой значения ниже уставки.

В качестве примеров подключения электронагревателей на рисунках 5 и 6 показаны схема прямого включения обогревателя через контакты термостата и схема включения обогревателя через промежуточный контактор соответственно.

Щитовые гигростаты

При перепадах температур внутри шкафа образуется конденсат, что может стать причиной короткого замыкания и повреждения оборудования. Важный параметр в этом явлении – так называемая точка росы – температура охлаждения окружающего воздуха, при которой

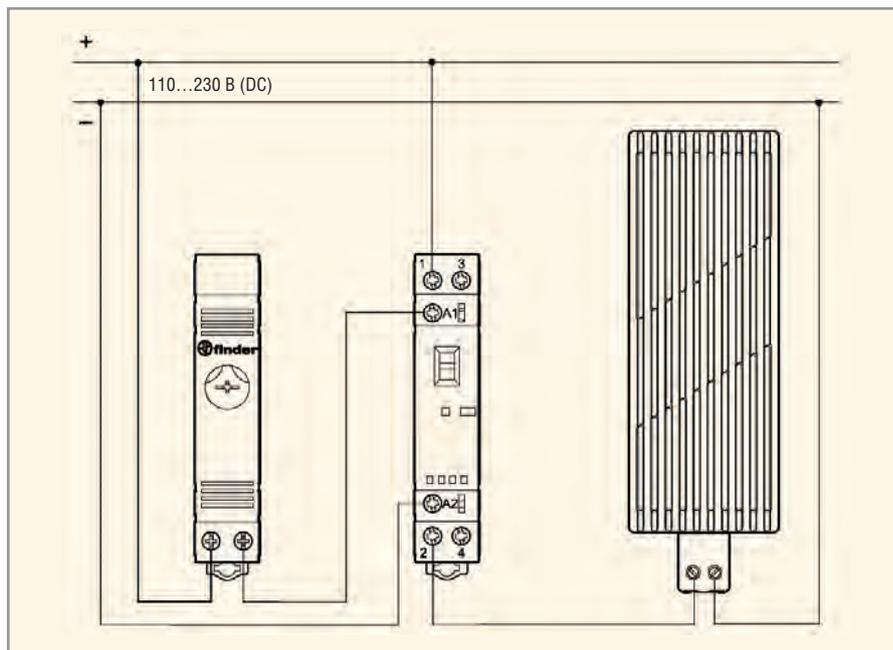


Рис. 6. Схема включения обогревателя через промежуточный контактор

водяной пар, который в нём содержится, начинает конденсироваться, образуя росу. Это температура выпадения конденсата. Данный показатель зависит от двух факторов: температуры воздуха и его относительной влажности. Точка росы газа тем выше, чем выше его относительная влажность. То есть она приближается к фактической температуре окружающего воздуха. И наоборот, чем ниже влажность, тем ниже точка росы.

Значения точки росы в градусах Цельсия определяют либо по таблице, либо по формуле:

$$T_p = \frac{b \times \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$

где $a = 17,27$; $b = 237,7^\circ\text{C}$; $\gamma(T, RH) = a \times T / (b + T) + \ln RH$; T – температура в градусах Цельсия, RH – относительная влажность в объёмных долях.

Для поддержания одинакового уровня влажности внутри электрического шкафа используют щитовые гигростаты. Эти приборы имеют встроенный датчик, шкалу с регулируемыми уставками влажности и клеммы для подключения.

При наладке щитовых гигростатов следует иметь в виду, что представленные на рынке образцы – это, как правило, бюджетные электромеханические приборы, имеющие достаточно большой разброс параметров. Перед вводом в эксплуатацию необходимо провести несколько тестов, определить текущее значение температуры точки росы с помощью лабораторного термометра, прачевого психрометра и специальных таблиц или приведённых формул. Только убедившись, что гигростат срабатывает в нужном диапазоне, можно подписывать акт сдачи электрического щита в эксплуатацию. ©

Новости мира News of the World Новости мира

Глобальный рынок полупроводников в 2016 году

Согласно финальным данным компании Gartner глобальный рынок полупроводников в 2016 г. составил \$343,5 млрд, что на 2,6% больше, чем было в 2015 г. (\$334,9 млрд).

Суммарная выручка топ-25 полупроводниковых вендоров показала рост на 10,5%. Её доля составила уже 74,9%, существенно превзойдя динамику рынка в целом (остальной рынок показал снижение на 15,6%). Одна-

ко, как отмечают аналитики, основа этого роста была обеспечена повышенной активностью компаний в области слияний и поглощений (M&A).

В Gartner отмечают, что рост рынка в денежном выражении был поддержан увеличением производства во многих сегментах электронного оборудования, повышением цен на флэш-память NAND и относительно благоприятным положением на рынках валют.

Напомним, что это увеличение цен как фактор роста рынка недавно отмечала и исследовательская компания IC Insights.

Согласно Gartner, компания Intel в 2016 г. сохранила позицию № 1 на рынке полупроводниковых устройств в деньгах и даже увеличила долю рынка за год на 4,6%. Samsung Electronics по-прежнему № 2 на рынке, хотя корейская компания показала больший рост.

Gartner (май 2017 г.)

Новости мира News of the World Новости мира

Центр наноэлектроники в Зеленограде развивает 28-нм проект

22 мая на площадке Особой экономической зоны МИЭТ прошло совещание с представителями IMEC (Бельгия) по реализации проекта создания мини-фаундри для прототипирования СБИС и СНК с проектными нормами до 28 нм.



Во встрече от российской стороны приняли участие ректор НИУ МИЭТ В.А. Беспалов, генеральный директор АО ЗНТЦ

А.А. Ковалёв, генеральный директор КП КРЗ В.В. Зайцев, а также представители Минпромторга РФ, ГБУ «Агентство инноваций Москвы», руководители ряда московских и зеленоградских профильных предприятий (дизайн-центров). Со стороны европейских технологических партнёров были вице-президент по развитию бизнеса IMEC Лод Лоуэрс (Lode Lawers), директор по развитию направления цифровых микросхем IMEC Дан Мокута (Dan Mocuta), представители Kember Associates Ltd (Великобритания).

На мероприятии был представлен новый проект «Центр Полупроводниковой Наноэлектроники» (ЦПН) в Зеленограде на базе АО «ЗНТЦ» и НИУ МИЭТ. Дискутировались вопросы удовлетворения потребностей российских предприятий-разработчиков в прототипировании и мелкосерийном изготовлении СБИС и СНК. Представлялись также ключевые технологии и опции, планируемые к передаче в ЦПН, а также обсуждалась совместимость этих технологий с технологиями ведущих зарубежных фаундри для обеспечения

возможности передачи на них российских разработок для серийного выпуска продукции.

В выступлениях представителей дизайн-центров прозвучали вопросы, касающиеся минимально необходимых площадей чистых комнат, сроков трансфера технологий от IMEC, поставок средств проектирования, сроков, объёмов и сфер применения выпускаемой продукции (например, IoT, телемедицина, энергетика и т.д.).

По результатам совещания был принят ряд решений: так, в связи с подтверждённой актуальностью создания площадки прототипирования с проектными нормами до 28 нм предложено создать рабочую межведомственную рабочую группу для обеспечения взаимодействия на этапе организации и координации деятельности ЦПН.

Отмечена готовность технологического партнёра IMEC осуществить трансфер технологий в соответствии с подписанным ранее Соглашением о сотрудничестве. Также целесообразным было признано, что координацию взаимодействия с IMEC будет осуществлять НИУ МИЭТ.

zntc.ru



Мощные светодиоды



Мощные светодиоды



Сверхъяркие SMD-светодиоды



Светодиодные модули



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIPRU ■ WWW.PROCHIPRU



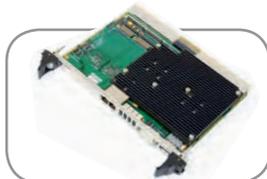
**Скорость и надежность
современных
ТЕХНОЛОГИЙ**



Поддерживаемые ОС

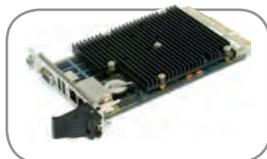


CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial



CPC503

Intel Core i7
с поддержкой модулей
расширения XMC/PMC



CPC508

Intel Atom
с мезонином 2×CAN,
2×RS-422/485, 2×USB



CPC510

Intel Core i7
2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации



CPC512

Intel Core i7
1×Gbe, 2×PCIe x8, 4×PCIe x4
для межмодульной
коммутации

