РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В СИСТЕМАХ НАПОЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Конструирование систем комфортного обогрева помещений – достаточно сложная задача. Требования к этим системам возрастают. Сегодня потребители не хотят получать просто абстрактную нормативную температуру воздуха в помещении, а стремятся к тому, чтобы комфортные условия поддерживались вне зависимости от внешних и внутренних факторов. В этом случае не обойтись без использования водяного теплого пола, который перестал быть диковинкой и широко применяется как в коттеджах, так и в многоэтажных домах.

Комфортность нахождения в помещении, обогреваемом с помощью напольного отопления, обеспечивается за счет равномерного распределения тепла по всей поверхности пола и способности системы к саморегулированию. Для понимания сути явления «саморегулирование теплого пола» рассмотрим абстрактную систему напольного отопления и проанализируем, как ведет себя эта система при изменении параметров наружного и внутреннего воздуха (рис. 1а–1г).

На улице холодно, солнца нет. Температура поверхности пола составляет 24, воздуха в помещении – 20 °С. Из-за разности этих значений происходит теплообмен между поверхностью пола и внутренним воздухом. Тепловой поток составляет ≈ 45 Вт/м^2.

На улице холодно, появилось солнце. Температура поверхности пола составляет 24 °С, а температура воздуха в помещении поднялась за счет солнечной радиации до 22 °С. Разность температур уменьшилась, и соответственно снизился тепловой поток в помещение: ≈ 21 Вт/м^2.

На улице тепло. Температура поверхности пола составляет 24 °С, а температура воздуха в помещении

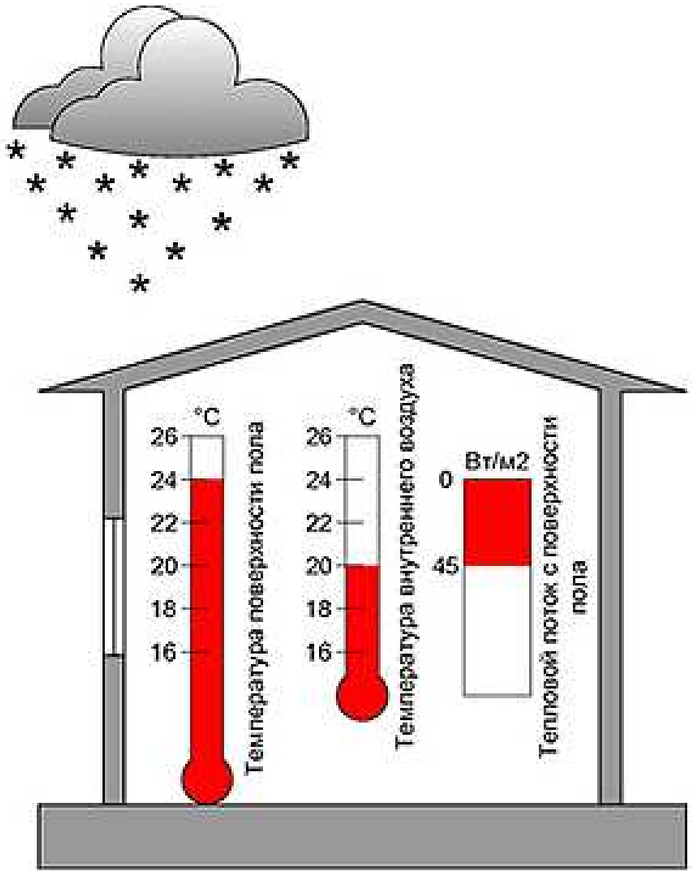

Рис. 1а

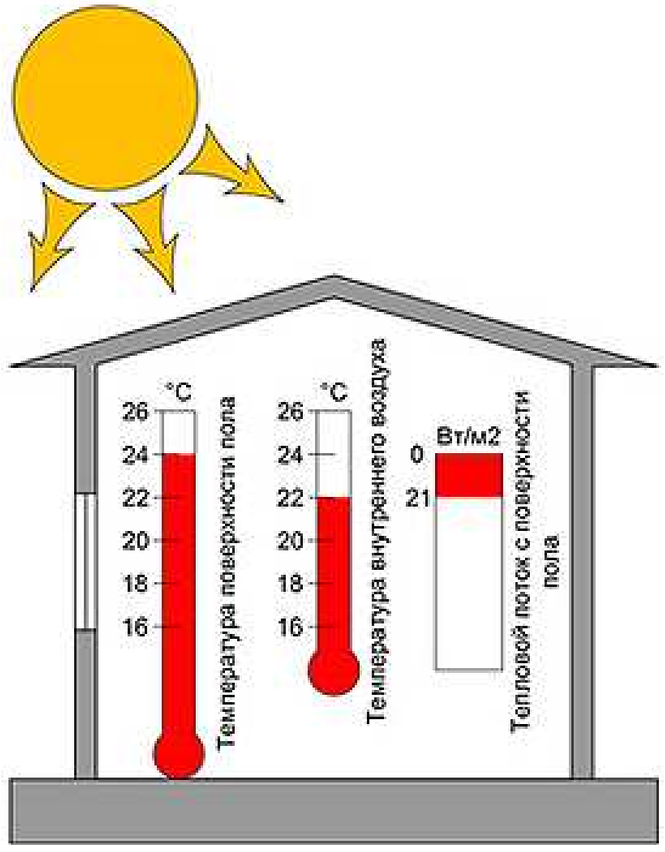

Рис. 1б

поднялась за счет солнечной радиации до 24 °С. Разность температур отсутствует. Поэтому теплообмена нет. Тепловой поток равен 0 Вт/м^2.

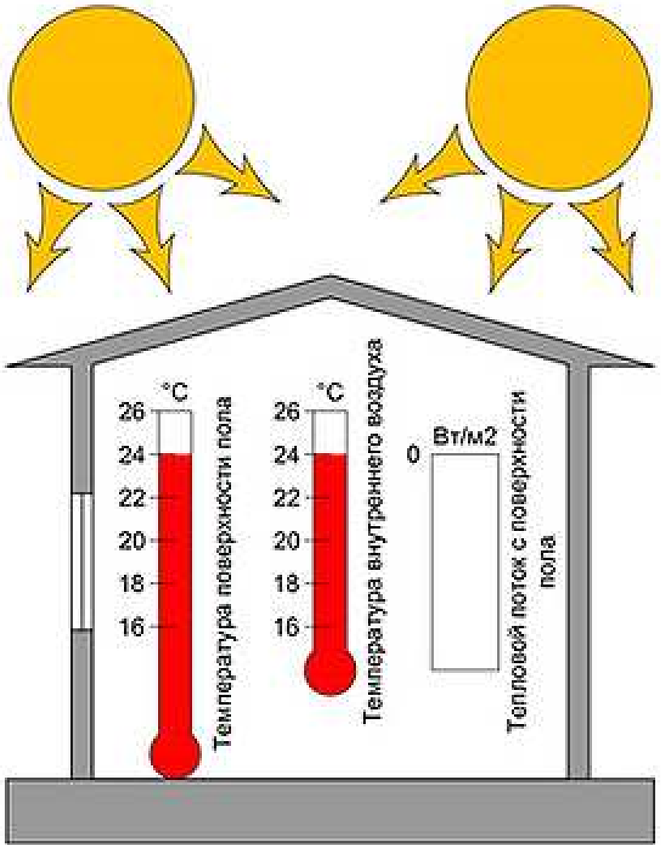

Рис. 1в

На улице холодно, солнца нет, открыто окно. Температура поверхности пола составляет 24 °С, а температура воздуха в помещении снизилась до 16 °С за счет увеличения теплопотерь и поступления через окно холодного воздуха. Разность температур между поверхностью пола и внутренним воздухом значительно возросла. Тепловой поток составляет 86 Вт/м^2.

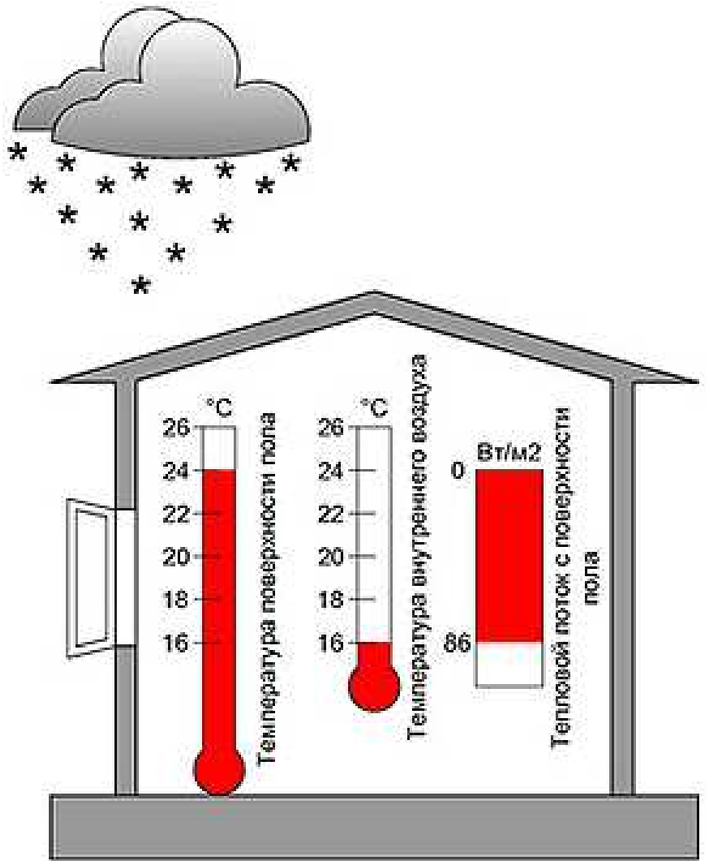

Рис. 1г

Однако из-за инерционности системы поверхностного обогрева процесс изменения температуры воздуха в помещении достаточно продолжителен. Повысить оперативность реакции водяного теплого пола можно с помощью грамотного применения средств автоматики и управления.

При использовании напольного отопления в качестве основной системы обогрева вопрос регулирования решается установкой теплогенератора с погодозависимой автоматикой в связке с комнатными термостатами и сервоприводами на каждой петле. Однако в климатических условиях России теплый пол не всегда способен обеспечить компенсацию теплопотерь помещениями. Поэтому в большинстве случаев система отопления проектируется комбинированной, например, водяной теплый пол дополняется радиаторами. При таком подходе система отопления условно делится на два температурных контура: первичный (высокотемпературный, радиаторный) и вторичный (низкотемпературный, теплый пол). Это требует более сложной системы управления отоплением, но в результате получается гибкая, оперативная и надежная схема.

Примером технического совмещения контура радиаторного отопления и водяного теплого пола может

служить схема с использованием насосно-смесительного узла VALTEC COMBI (COMBIMIX).

Работа комбинированной системы отопления основана на базе готового смесительного узла COMBI (рис. 2, каталожный артикул VT.COMBI (http://www.valtec.ru/goods.shtml?5110,VT.COMBI.0)) в сочетании с коллекторными блоками VT.594 (http://www.valtec.ru/goods.shtml?5120,VTc.594.EMNX) и VT.596 (http://www.valtec.ru/goods.shtml?5120,VTc.596.EMNX).

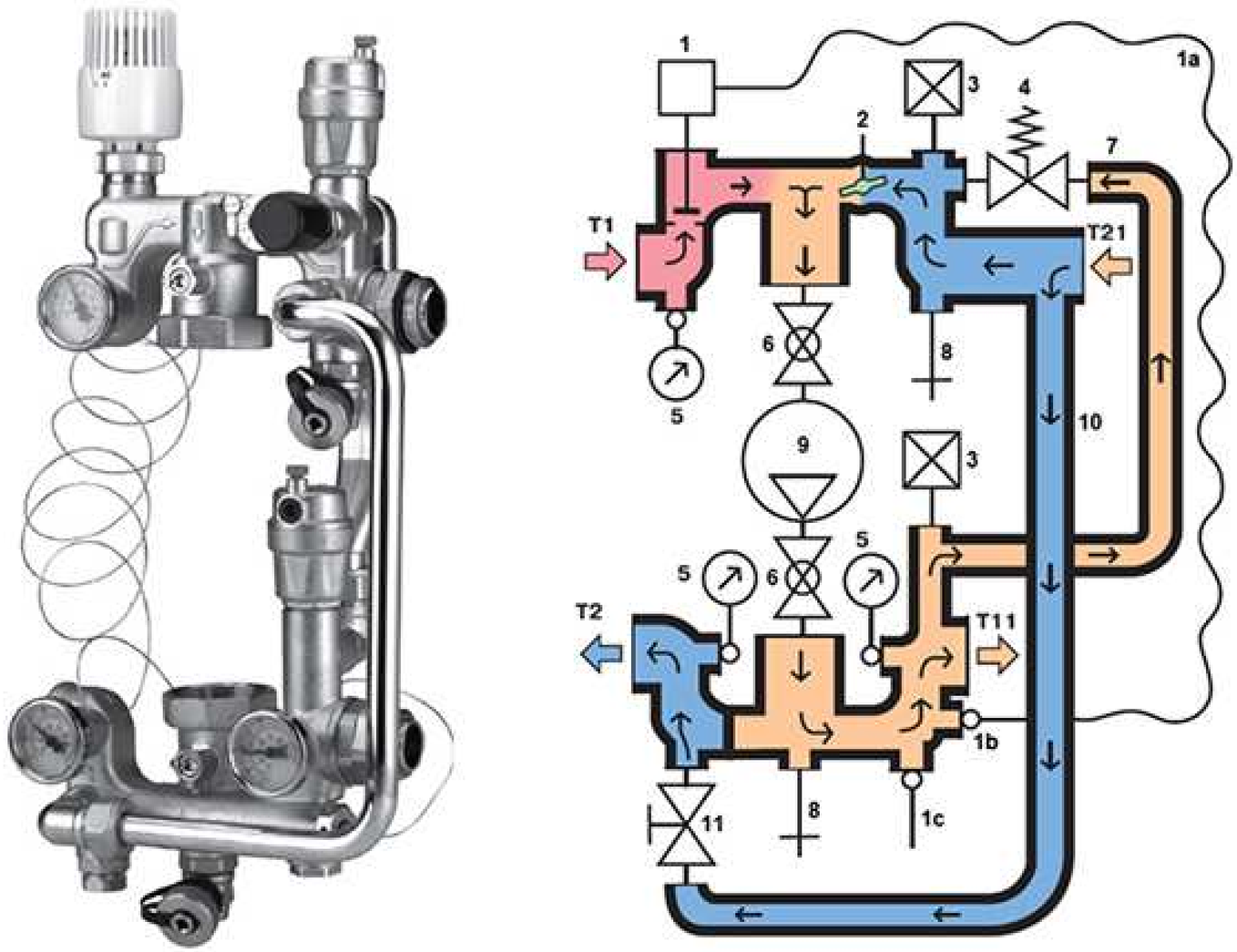

Рис. 2. Внешний вид и схема работы узла VALTEC COMBI (COMBIMIX)

№	Наименование
1	Термоголовка жидкостная с выносным датчиком погружного типа, установленная на термостатическом клапане
1a	Капиллярная трубка термоголовки
1b	Гильза с установленным датчиком температуры термоголовки
1c	Гильза под датчик температуры
2	Балансировочный клапан вторичного контура
3	Автоматический поплавковый воздухоотводчик
4	Перепускной клапан для предотвращения работы насоса в тупиковую сеть
5	Термометр
6	Шаровой клапан для отключения циркуляционного насоса
7	Перепускной байпас для поддержания циркуляции во вторичном контуре
8	Дренажный клапан
9	Циркуляционный насос (в комплект не входит)
10	Обратный трубопровод вторичного контура для возврата излишнего теплоносителя в первичный контур
11	Запорно-балансировочный клапан вторичного контура
T1	Присоединение подающего трубопровода первичного (высокотемпературного или радиаторного) контура
T2	Присоединение обратного трубопровода первичного (высокотемпературного или радиаторного) контура
T11	Присоединение подающего трубопровода или коллектора вторичного (низкотемпературного или теплого пола) контура

T21	Присоединение обратного трубопровода или коллектора вторичного (низкотемпературного или теплого пола) контура

Узел предназначен для поддержания заданной температуры и расхода теплоносителя во вторичном контуре системы отопления, гидравлическую увязку первичного и вторичного контуров. Он оснащен всей необходимой запорно-регулировочной арматурой и сервисными элементами и обеспечивает стабильную работу вторичного контура и предохраняет насос от работы «на закрытую задвижку», что увеличивает срок его безаварийной службы.

Ключевым для данного узла является реализация управления смесительным клапаном теплого пола. Вариантов можно предложить несколько.

Вариант 1. Термостатический клапан с чувствительным элементом (термостатической головкой), рис. 3.

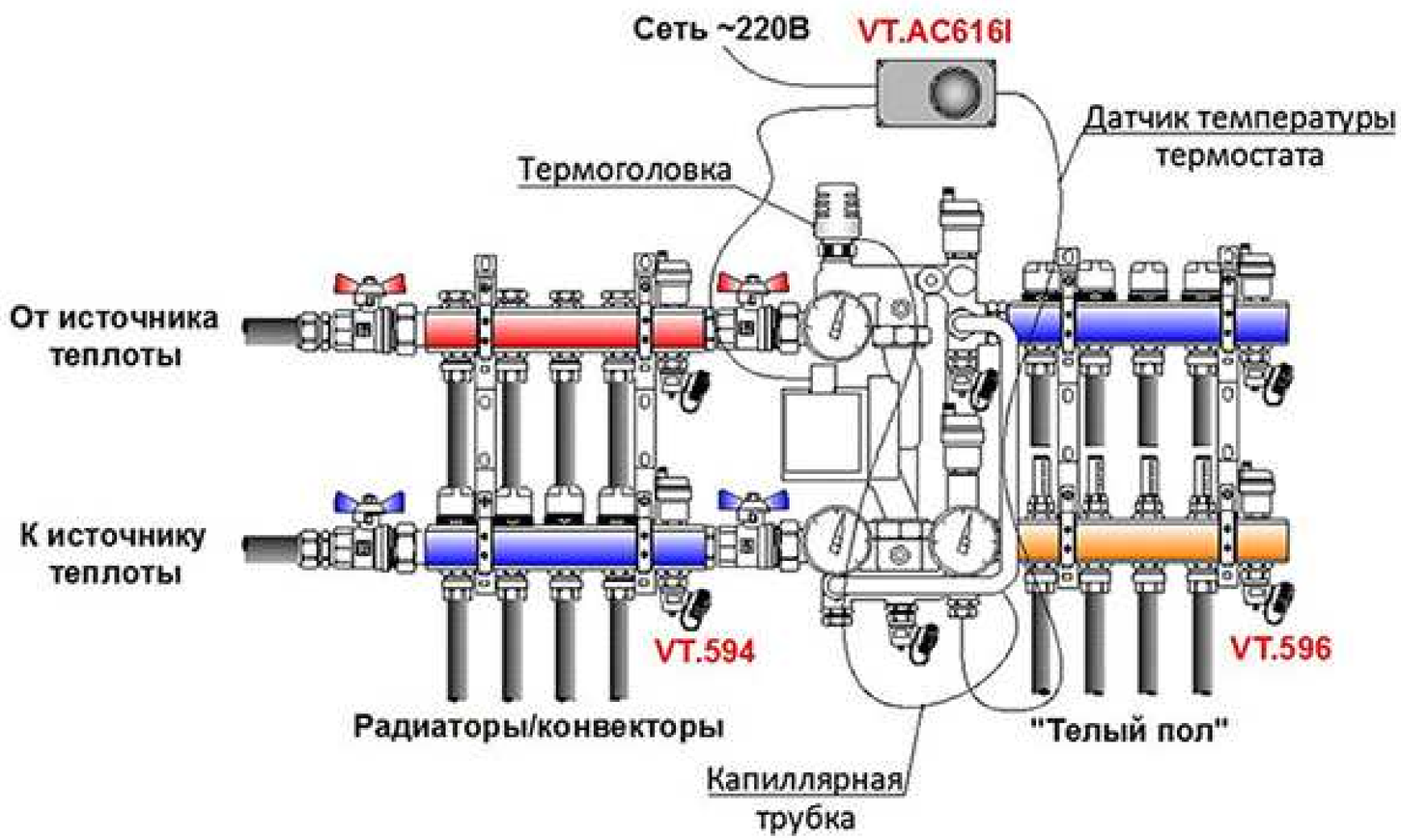

Рис. 3. Управление смесительным узлом с помощью термостатического клапана с чувствительным элементом

Приведенная на рис. 3 схема является наиболее простой в реализации и соответственно самой дешевой. Она содержит:

- коллекторный блок VT.594, обслуживающий высокотемпературный контур (радиаторный или конвекторный);
- насосно-смесительный узел VT.COMBI, обеспечивающий поддержания расчетной температуры и циркуляции теплоносителя в низкотемпературном контуре – теплого пола;
- коллекторный блок VT.596 оборудованный ручными регулировочными расходомерами для балансировки контуров теплого пола.

Температура теплоносителя в подающем коллекторе теплого пола поддерживается термостатической головкой (диапазон настройки 20–60 °С), которая выставляется на расчетное значение заложенное проектом системы, соответствующее максимально отрицательной температуре наружного воздуха в отопительный период. В таком случае во всех помещениях будет поддерживаться постоянно максимально-расчетная температура.

Аварийное ограничение превышения температуры во вторичном контуре обеспечивается термостатом с выносным датчиком VT.AC616 I (рис. 4). Этот термостат включается в цепь питания циркуляционного насоса и отключает его при превышении настроечного значения температуры теплоносителя.

Однако температура наружного воздуха претерпевает постоянные изменения, что влияет на тепловой режим помещений. Для того чтобы соответствующим образом изменить температуру в каком-либо отдельном помещении, потребителю необходимо с помощью ручного регулировочного клапана, установленного на обратном коллекторе теплого пола, откорректировать количество проходящего теплоносителя. При такой схеме получается, что при каждом существенном изменении внешней температуры потребитель вынужден «бегать» к узлу для корректировки настроек. Получается, что отопление есть, а комфорта нет.

Вариант 2. Термостатический клапан с чувствительным элементом (термостатической головкой) и сервоприводы на петлях, работающие по команде комнатных термостатов (рис. 5).

Избавиться от ручного регулирования работы контуров теплого пола можно с помощью комнатных

Рис. 4. Термостат с выносным датчиком AC 616 I

термостатов, расположенных в отапливаемых помещениях. Каждый термостат управляет электротермическим сервоприводом, установленным на соответствующем термостатическом клапане обратного коллектора теплого пола.

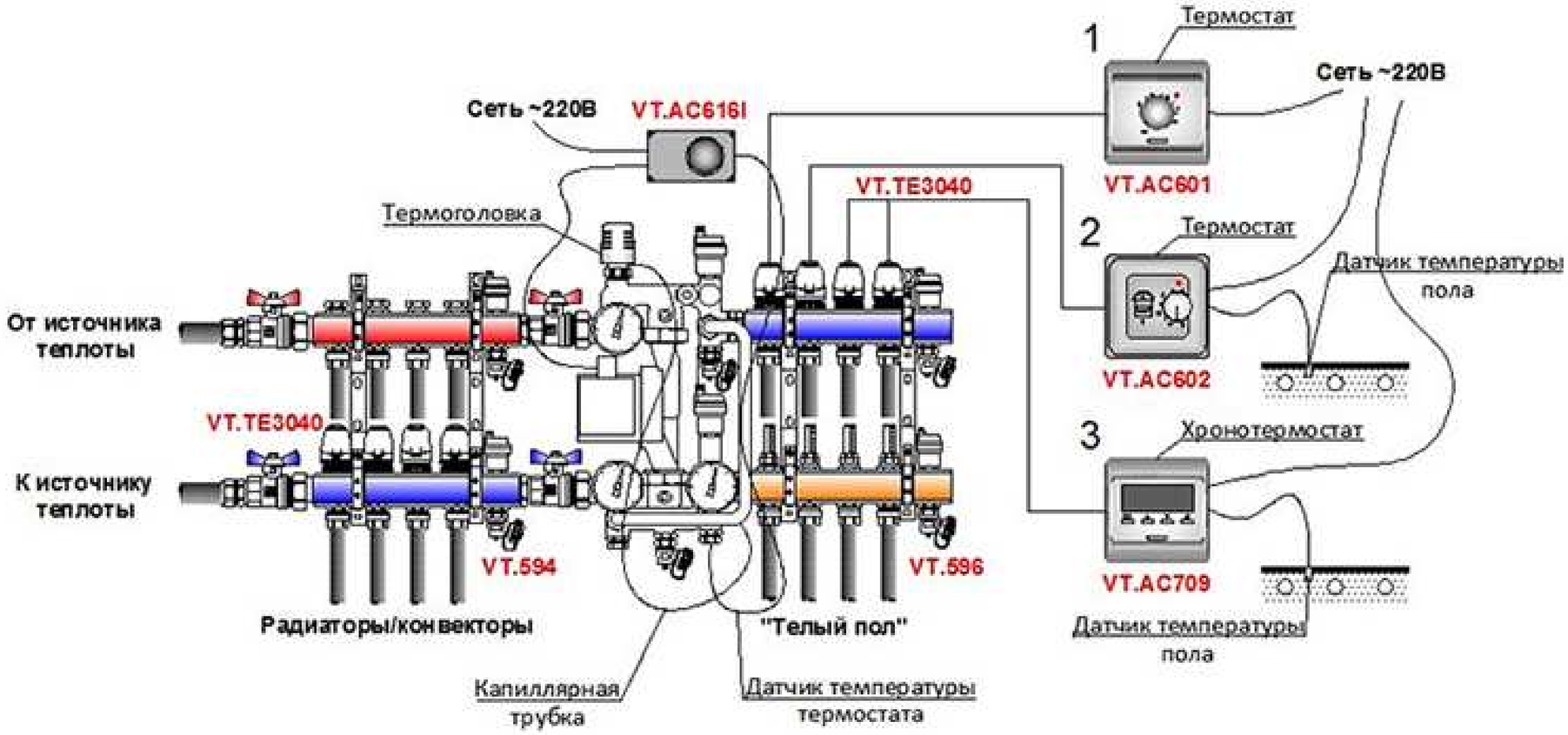

Рис. 5. Управление теплым полом с помощью термостатического клапана с чувствительным элементом и комнатных термостатов

Рис. 6. Импульсные сервоприводы VT.TE3040 (слева) и VT.TE3042 (справа)

В предложенной схеме используются импульсные нормально закрытые сервоприводы VT.TE3040 или VT.TE3042 (рис. 6). Нормально закрытый привод – это привод, который находится в закрытом положении при отсутствии электропитания, а при подаче напряжения переходит в положение «Открыто». Отличие приводов заключается только в дизайне, при одинаковых эксплуатационных характеристиках.

В качестве комнатных термостатов могут использоваться следующие приборы:

Рис. 7. Комнатный термостат VT.AC601

1) Термостат VT.AC601 (рис. 7), работающий от встроенного датчика температуры окружающего воздуха. При снижении температуры воздуха в помещении термостат подает питание на привод, который открывает клапан.

Рис. 8. Комнатный термостат VT.AC602

2) Термостат VT.AC602 (рис. 8), оснащенный выносным датчиком температуры пола и выключателем, полностью прекращающим работу термостата. Этот прибор может работать в трех режимах: а) по датчику температуры воздуха (диапазон настройки 5–40 °С); б) по датчику температуры пола; в) по двум датчикам одновременно. В качестве основного датчика выступает датчик температуры воздуха, а датчик температуры пола работает в качестве ограничителя с заводской настройкой 30 °С. Термостат имеет также возможность подключения через внешний таймер, который управляет включением и отключением термостата по заданной временной программе.

Рис. 9. Комнатный хронотермостат VT.AC 709

3) Хронотермостат VT.AC709 (рис. 9) работает по алгоритму, аналогичному алгоритму работы термостата VT.AC602. В отличие от двух предыдущих термостатов, он обладает функцией недельного программирования, что позволяет пользователю задавать различные температурные режимы в определенное время суток и в определенные дни недели.

Рассматриваемые в статье комнатные термостаты VT.AC601, 602, 709 работают только от сети 220 В и управляют в системах отопления только нормально закрытыми сервоприводами.

Автоматизация с помощью комнатных термостатов и электротермических сервоприводов избавляет потребителя от ручного управления системой, но весь контур теплого пола по-прежнему будет работать на полную тепловую мощность, с постоянной температурой теплоносителя, независящей от колебаний температуры наружного воздуха.

Вариант 3. Термостатический клапан с чувствительным элементом (термический сервопривод с аналоговым управлением), сервоприводы на петлях, работающие по команде комнатных термостатов и контроллер с функцией погодной компенсации, управляющий сервоприводом термостатического клапана смесительного узла (рис. 10).

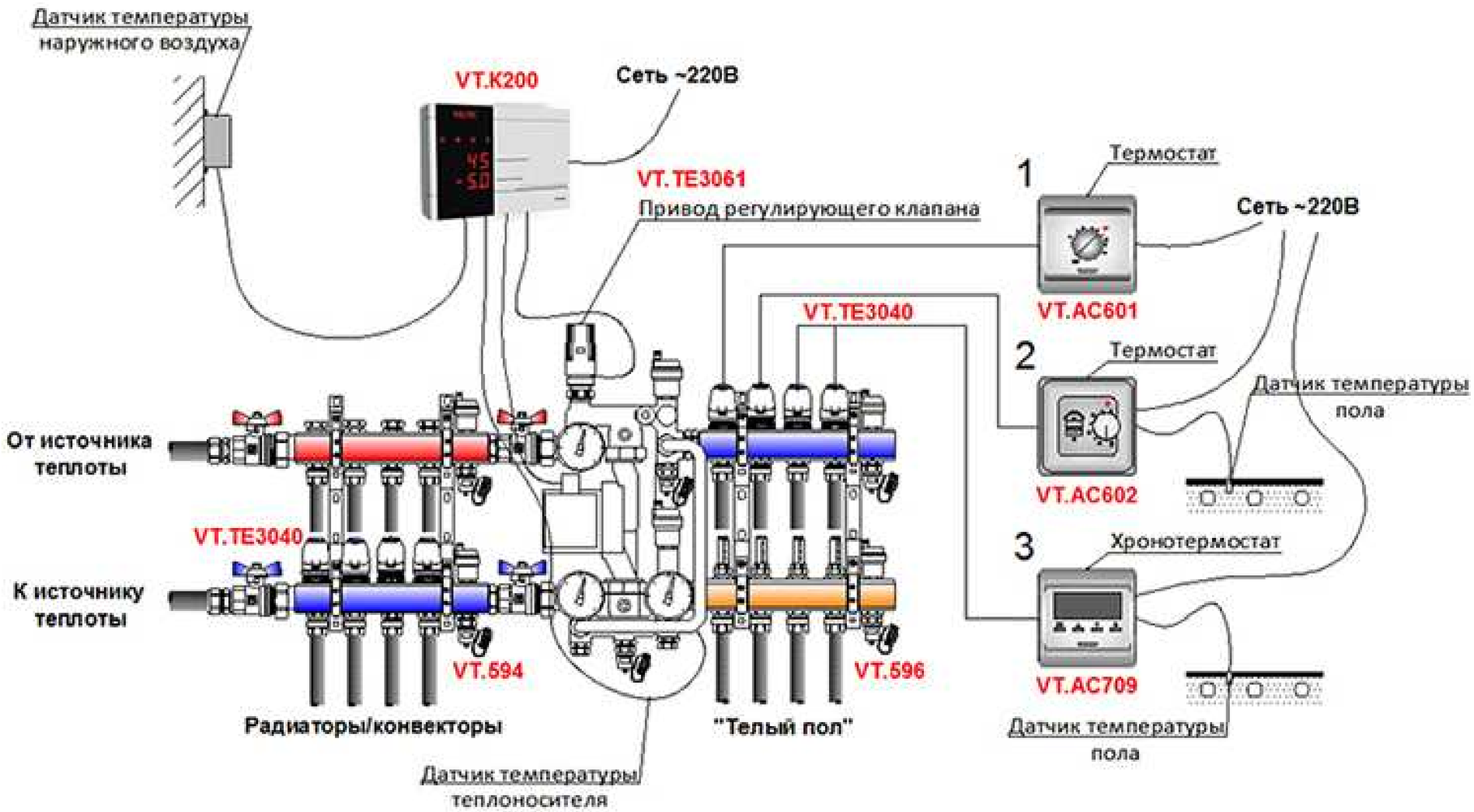

Рис. 10. Управление теплым полом с помощью комнатных термостатов и погодозависимой автоматики.

Адаптация теплопроизводительности системы напольного отопления к наружной температуре воздуха возможна при использовании погодозависимой автоматики, такой, например, как контроллер VALTEC VT.K200 (рис. 11). Контроллер позволит обеспечить не только энергоэффективную работу напольного отопления, но и продлить рабочий ресурс системы в целом.

Контроллер VALTEC VT.K200 позволяет по заданному графику корректировать температуру теплоносителя в соответствии с температурой наружного воздуха. Температура теплоносителя в подающем коллекторе теплого пола регулируется с помощью аналогового сервопривода VT.TE3061, посредством управляющего сигнала от контроллера. Управляющий сигнал контроллера рассчитывается по пропорционально-интегрально- дифференциальному (ПИД) закону регулирования.

Рис. 11. Контроллер VT.K200

Величина управляющего сигнала определяется по формуле:

$$N = P + I + d = \frac{100}{K_p}\left(\Delta T + \frac{1}{K_i}\int_0^1 \Delta T dt - K_d \frac{dT}{dt}\right)$$

Пропорциональная составляющая (*P*) прямо пропорциональна «невязке», которая определяется выражением:

$$\Delta T = T_{yc} - T,$$

где T_{yc} – температура уставки; *T* – текущее значение температуры.

При пропорциональном регулировании фактическое отклонение температуры вызывает пропорциональное изменение управляющего сигнала.

Однако при таком регулировании значение температуры никогда не стабилизируется на уставке, и процесс превращается в колебательный с постоянными перегревами и охлаждениями. Величина этих отклонений от уставки называется статической ошибкой. Для устранения данной ошибки контроллером учитывается интегральная составляющая (*I*), которая равна интегралу «невязок». Она позволяет контроллеру учитывать эту статическую ошибку.

Если система работает в стабильном режиме, то через некоторое время температура теплоносителя устанавливается на заданном значении. Однако время, за которое система достигает заданного уровня температуры, достаточно велико. Для сокращения времени выхода на уставку используется дифференциальная составляющая. Она пропорциональна темпу (скорости) изменения отклонения температуры от уставки.

ПИД-регулирование дает возможность контроллеру оперативно устанавливать в системе требуемый уровень температуры теплоносителя при малейших колебаниях температуры наружного воздуха.

Коэффициенты K_p, K_i и K_d определяются в процессе автонастройки, предусмотренной в приборе, но также могут быть заданы или скорректированы вручную в ходе эксплуатации.

Необходимая температура теплоносителя определяется контроллером по пользовательскому температурному графику. Данный график устанавливается на стадии наладки системы отопления и определяется заданными пользователем точками (от 2 до 10).

Крайняя левая точка графика (рис. 12, точка А или С) задает максимальную температуру теплоносителя в

системе теплого пола, которой соответствует расчетная отрицательная температура наружного воздуха.

Максимальная температура теплоносителя теплого пола определяется проектом системы отопления.

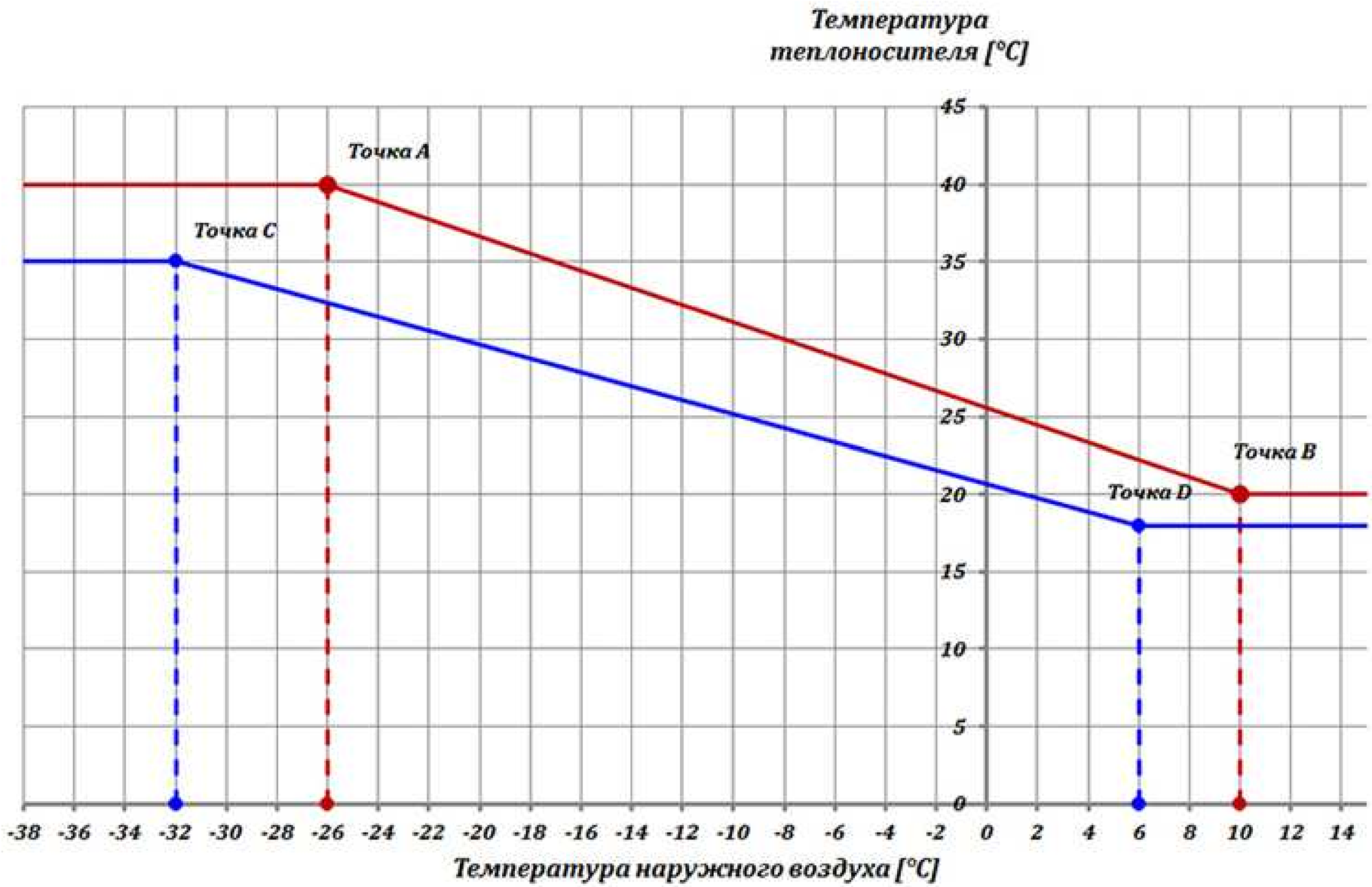

Рис. 12. График регулирования

Крайняя правая точка (рис. 12, точка B или D) определяется по личностным теплоощущениям конкретного потребителя и далее корректируется на основании опыта эксплуатации.

На графике (рис. 12) приведен пример для двух разных температурных режимов, приведенных в таблице.

Температура,°C	Точки температурного графика			
	Режим 1		Режим 2	
	A	B	C	D
Наружного воздуха	-26	10	-32	6
Теплоносителя	40	20	35	18

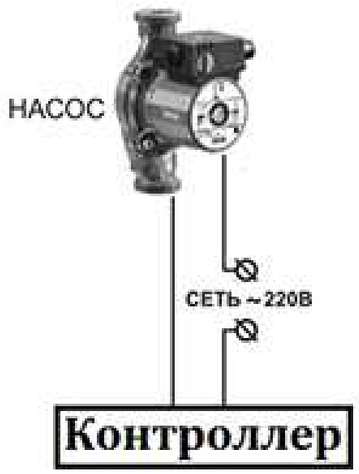

Рис. 13. Подключение насоса

Встроенная функция ограничения температуры в контуре теплого пола позволяет отказаться от использования внешнего предохранительного термостата. В этом случае питание насоса подается через контроллер (рис. 13).

Контроллер обладает функцией адаптивности, которая позволяет в процессе эксплуатации вырабатывать наиболее эффективный алгоритм работы, соответствующий конкретной системе, объекту и динамике изменения теплового режима.

Настройка контроллера проста и занимает у пользователя не более 10–15 минут.

Благодаря наличию встроенного цифрового интерфейса RS-485 контроллер может быть внедрен в сеть диспетчеризации и контроля данных.

Подробные пошаговые инструкции по настройкам смесительного узла VALTEC COMBI (COMBIMIX) и термостатов вы найдете на нашем сайте.

Информация о новом погодозависимом контроллере VALTEC VT.K200 будет опубликована несколько позже.

1 Нравится 0 Твит G+1 5

© Правообладатель ООО «Веста Регионы», date)?$this->date:"2010"; ?>

Все авторские права защищены. При копировании статьи ссылка на правообладателя и/или на сайт www.valtec.ru (http://www.valtec.ru) обязательна.