

## Автоматизация и диспетчеризация административного здания на основе системы MicroNet



MicroNet – модульная, гибкая, простая в использовании система автоматизации зданий, предназначенная для управления системами теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха и интеграции с другими системами управления инженерным оборудованием. Функции управления реализованы на основе стандартных платформ и технологий открытых систем промышленной автоматике. Система разработана для средних зданий и комплексов, с учетом их особенностей, обеспечивает оптимальное использование оборудования и максимальную эффективность капиталовложений.

В обзоре описан проект системы автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования административного здания на основе системы Satchwell MicroNet. Совместно с партнерами проект реализован ООО «СОЛИТОН» в 2002г.

### Состав инженерного оборудования здания

В состав инженерного оборудования входят:

- приточно-вытяжные системы вентиляции и кондиционирования воздуха с рекуперацией тепла KB-1 (рабочие помещения 1-го этажа, учебный класс 3-го этажа, буфет), KB-2 (рабочие помещения 1, 2 и 3 этажей);
- приточно-вытяжная система П1-В3 без рекуперации тепла (подсобные помещения 3 этажа);
- системы П4 и П3-В8, оборудованы электрическими калориферами;
- вытяжные системы В9- В10;
- вытяжные системы В1 (санузлы), В2 (общеобменная), В4 (общеобменная архива), В7 (гараж);
- приточная система П2, осуществляющая подпор воздуха в шахту лифтов при пожаре;
- холодильная машина и насосы контура холодильной машины Н5.1, Н5.2.

Система автоматики осуществляет также, мониторинг положения пожарной и канализационной электрозадвижек, а также, температуры в помещениях серверной и источников бесперебойного питания с сигнализацией превышения заданного значения.

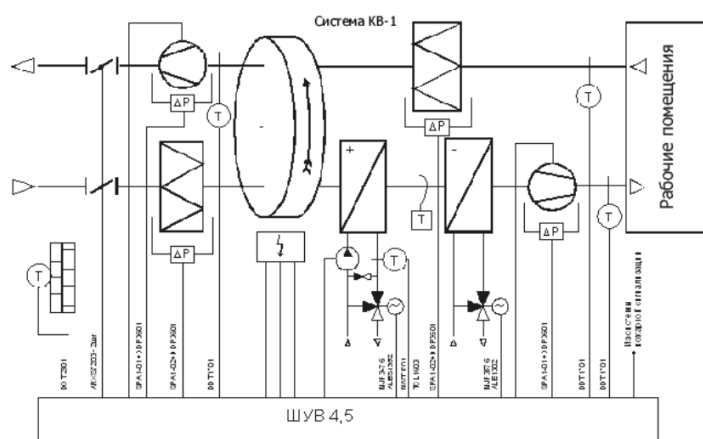
Система автоматики скомпонована в 4-х щитах управления:

- ШУВ-1 (системы П2, П3-В8);
- ШУВ-2 (системы П4, В7, В9-В10, мониторинг положения пожарной и канализационных задвижек);
- ШУВ-4,5 (системы KB-1, П1-В3, В1, В2, В4, мониторинг температуры в помещениях аппаратуры бесперебойного питания и серверной);
- ШУВ-6 (системы KB-2, холодильная машина, насосы Н5.1, Н5.2 контура холодильной машины, насосы Н1, Н2, Н3, Н4.1, Н4.2, Н6.1, Н6.2, Н7.1, Н7.2 контуров групп фанкойлов и центральных кондиционеров KB-1, KB-2, П1-В3).

### Функциональная схема

Центральный кондиционер КВ-1 (рис.) включает следующие компоненты:

- отсечные клапаны с электроприводом в приточном и вытяжном воздуховодах;
- фильтры приточного и вытяжного воздуха с датчиками перепада давления на них (датчики загрязненности фильтра);
- роторный рекуператор тепла с электроприводом и регулируемой частотой вращения (Р-КВ-1);
- калорифер подогрева с термостатом защиты от замораживания, циркуляционным насосом (Н-КВ-1), 3-х ходовым регулирующим клапаном с электроприводом, обратным клапаном и датчиком температуры обратной воды в контуре калорифера;
- калорифер охлаждения с 3-х ходовым регулирующим клапаном;
- приточный (П-КВ-1) и вытяжной (В-КВ-1) вентиляторы, с сигнализаторами перепада давления воздуха для контроля работы вентиляторов;
- датчики температуры наружного, приточного воздуха, вытяжного воздуха до и после роторного рекуператора.
- 



Автоматическое управление системой возможно при установке переключателей П-КВ1, В-КВ-1, Н-КВ-1, Р-КВ-1 на передней панели щита управления в положение 'Авто'. Автоматизация кондиционера выполнена на основе свободно программируемого сетевого контроллера IAC-600 с 32 I/O.

### Алгоритм управления центральным кондиционером:

- управление включением центрального кондиционера по расписанию (по дням недели и часам);
- поддержание температуры притока на заданном уровне путем плавного регулирования пропускной способности 3-х ходового клапана на магистрали с теплоносителем (когда параметр «отопительные котлы включены» разрешен) или холодоносителем (когда параметр «отопительные котлы включены» запрещен);
- регулируемая рекуперация тепла с помощью роторного рекуператора (включается при модуле разницы между температурой вытяжного воздуха до рекуператора и температурой наружного воздуха более 5°C);
- защита от замораживания калорифера подогрева воздуха выполняется по температуре воздуха за калорифером выполняется по температуре капилляра термостата, расположенному по всей площади калорифера. При понижении температуры приточного воздуха за калорифером ниже уставки в 8°C, срабатывает перекидной контакт термостата. Кроме того, контролируется температура обратной воды в контуре калорифера (уставка 12°C). Если температура воздуха или воду ниже уставок, система автоматики отключает вентиляторы, закрывает воздушные отсечные клапаны, открывает на 100% 3-х ходовой

- регулирующий клапан и включает циркуляционный насос в контуре калорифера подогрева на время не менее 3-х минут. После прогрева выполняется пуск вентиляторов;
- защита от замораживания роторного рекуператора путем поддержания температуры вытяжного воздуха после рекуператора на уровне не ниже 6°C за счет изменения скорости вращения ротора;
  - остановка по сигналу от системы пожарной сигнализации;
  - выдача сигналов на компьютер и соответствующий сенсорный экран об авариях вентиляторов (по сигналам от датчиков перепада давления воздуха на них) с остановкой кондиционера;
  - выдача сигнала на компьютер и соответствующий сенсорный экран об аварии привода роторного рекуператора по сигналу от частотного преобразователя привода с остановкой рекуператора, без остановки кондиционера;
  - выдача сигналов на компьютер и соответствующий сенсорный экран о засорении воздушных фильтров по сигналам от датчиков перепада давления воздуха без остановки кондиционера;
  - заданное значение температуры притока 20°C (уставка), параметр «отопительные котлы включены», разрешение на работу рекуператора, а также расписание работы центрального кондиционера по дням недели и часам могут быть изменены локально с помощью соответствующего сенсорного экрана или с компьютера. Также обеспечивается мониторинг текущего состояния вентиляторов, рекуператора и циркуляционного насоса (включен/выключен), положения отсечных воздушных клапанов (откр./закр.), 3-х ходовых клапанов и скорости вращения рекуператора (0-100%), температур наружного, приточного и вытяжного воздуха до и после рекуператора, температуры обратной воды в контуре калорифера подогрева, остановки по сигналу от систем защиты от замораживания и пожарной сигнализации.

#### **Дополнительные сервисные функции:**

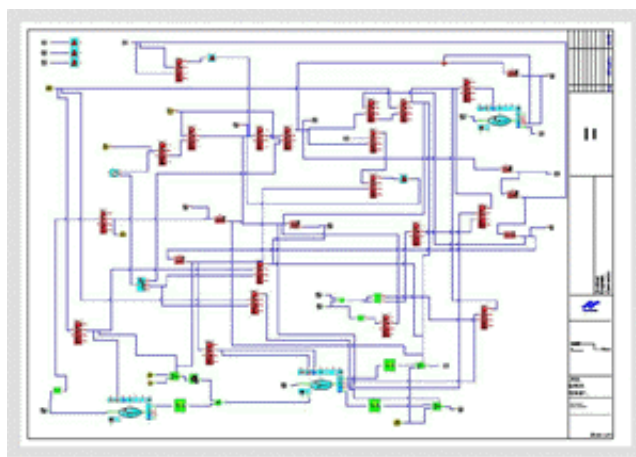
- предварительный прогрев калорифера и роторного рекуператора (если параметр «отопительные котлы включены» разрешен) в течение 2-х минут перед включением системы. Данный режим обеспечивается путем открытия 3-х ходового регулирующего клапана на 100% и включения циркуляционного насоса в контуре калорифера подогрева. Кроме того, привод рекуператора запускается на максимальной скорости до запуска приточного и вытяжного вентиляторов. Далее автоматика обеспечивает работу на повышенной уставке температуры приточного воздуха в течение 5-ти мин для быстрого выхода на режим контура регулирования температуры приточного воздуха;
- включение циркуляционного насоса в контуре калорифера подогрева при снижении температуры наружного воздуха ниже 3°C независимо от состояния центрального кондиционера для надежного срабатывания защиты от замораживания по температуре обратной воды;
- периодическая очистка пластин роторного рекуператора от пыли путем включения привода на минимальной скорости на 30 сек, каждые 30 мин в случае, если рекуператор не используется более 30 мин при включенном кондиционере;
- включение циркуляционного насоса и 100% открытие 3-х ходового клапана в контуре калорифера подогрева в летнее время (параметр «отопительные котлы включены» запрещен), или 100% открытие 3-х ходового клапана в контуре калорифера охлаждения в зимнее время (параметр «отопительные котлы включены» разрешен), каждое воскресенье в 23:55 на 3 минуты согласно сервисного расписания, с целью «тренировки» исполнительных механизмов.

Описанный алгоритм реализован при программировании контроллеров IAC-600. Существенным преимуществом контроллеров серии MicroNet является возможность т.н. “свободного” или “полного” программирования. Практически любой алгоритм можно реализовать на основе

стандартных модулей и функциональных блоков инструментального программного обеспечения VisiSat путем конфигурирования в визуальной среде, без программирования на языках низкого уровня.

### Программное обеспечение контроллеров

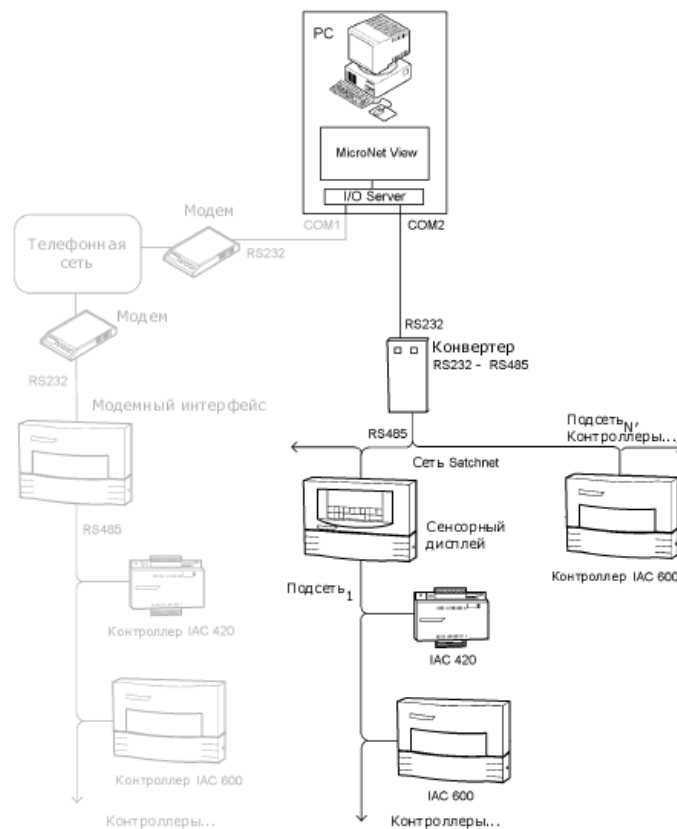
На рисунке приведен пример схемы алгоритма управления контроллера IAC 600 для систем КВ-1, КВ-2. Разработка алгоритма и программирование контроллеров выполняется в среде инструментального программного обеспечения VisiSat, построенного на базе пакета Visio 2000 с библиотекой компонентов (входы/выходы, ПИД-регуляторы, сигнализаторы аварии и др.).



- ПО VisiSat использует оригинальную технологию визуального программирования Satchwell „Bubbleland”, которая обеспечивает программирование алгоритмов на основе интуитивно понятных функциональных компонентов и блоков.
- Технология ориентирована на простую и быструю разработку алгоритма и программирование контроллеров не только специалистами по автоматике, но и технологами по системам вентиляции и кондиционированию воздуха.
- Пакет VisiSat предоставляет мощные функции для разработки систем управления и документирования алгоритма и ключевых параметров готовой системы. Практически всю исполнительную документацию от структуры системы до компоновочных и электрических схем шкафов управления можно выполнять в рамках пакета Visio 2000.

### Структура сети управления

Система управления построена на базе MicroNet как система с одним диспетчерским терминалом.



Система включает:

- пять свободно программируемых контроллеров;
- два сенсорных экрана, обеспечивающих мониторинг и локальное управление контроллерами, расположенными в подсетях этих сенсорных экранов;
- персональный компьютер с ОС Windows и программным обеспечением MicroNet View, обеспечивающего мониторинг и централизованное управление системой в целом.

Обмен данными по сети RS-485 осуществляется по протоколу Satchwell Network Protocol (SNP). DDE-сервер SNP I/O Server обеспечивает обмен данными между контроллерами и операторским терминалом с программным обеспечением MicroNet View.

### Основные мнемосхемы системы диспетчеризации

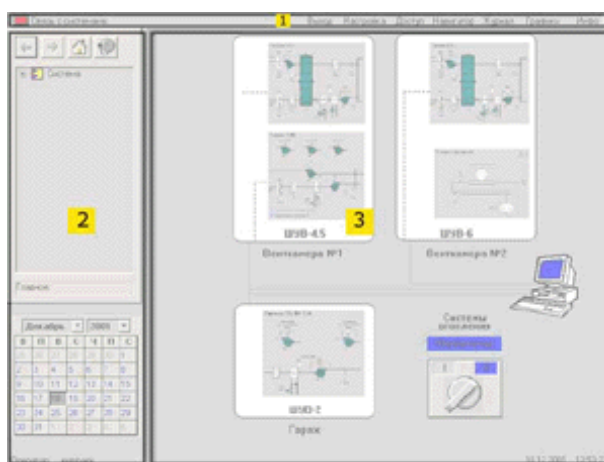
Программное обеспечение системы диспетчеризации выполняет следующие функции:

- Визуализацию системы управления инженерным оборудованием здания и параметров оборудования на интуитивно понятных мнемосхемах;
- Непрерывный контроль и регистрацию параметров и состояния оборудования;
- Регистрацию событий и аварий в соответствующих электронных журналах и таблицах;
- Обеспечивает возможность дистанционного изменения параметров и режимов работы оборудования;
- Накопление данных для анализа качества работы оборудования и подготовки отчетов.

### Главная мнемосхема

На рисунке ниже показана главная мнемосхема системы диспетчеризации инженерного оборудования здания. Функционально поле экрана разделено на 3-и зоны:

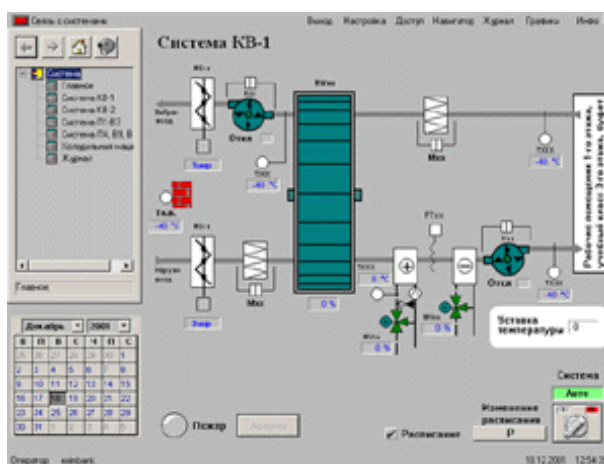
- верхнее меню с индикатором наличия связи с контроллерами;
- дерево-навигатор для быстрого открытия окон;
- зона отображения состояния оборудования.



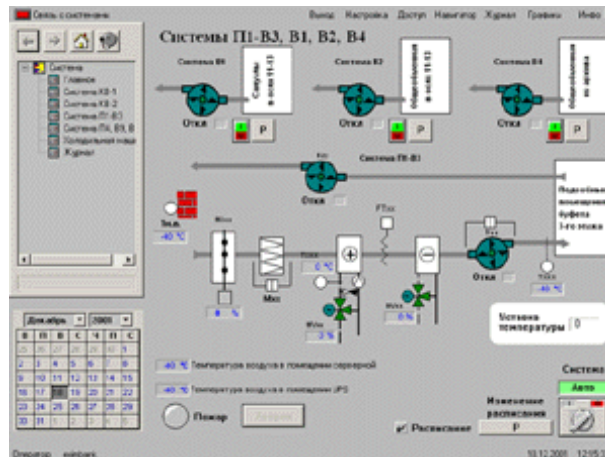
### Система КВ-1, КВ-2

На рисунке ниже представлен мнемосхема КВ-1 (система КВ-2 аналогична КВ-1). Основные компоненты:

- ключ ручного включения/отключения системы (активен если "Расписание" отключено);
- индикатор работы по расписанию;
- окна изменения уставок температуры;
- расписание работы системы.



Система П1-В3, В-1, В-2, В-4

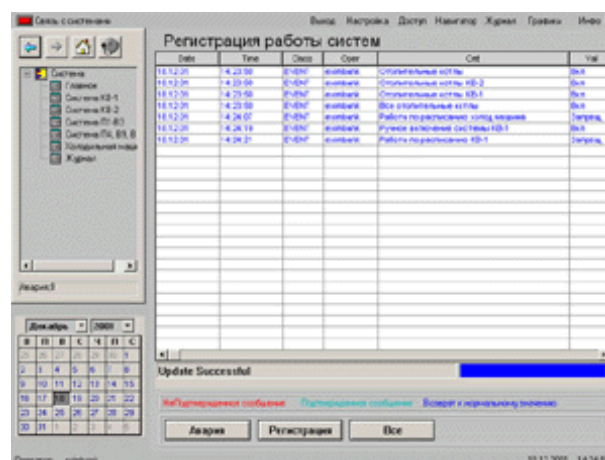


- Компоненты управления - ключ ручного включения/отключения (активен, если "Расписание" отключено) систем П1-В3, В1, В2, В4, индикатор работы по расписанию (один для всех систем);
- Компоненты регулирования – окно изменения уставки температуры на притоке в системе П1-В3, изменение расписания работы систем(для каждой системы отдельное расписание);
- Особенности: Для всех систем П1-В3,В1,В2,В4 имеется только один ключ "РАСПИСАНИЕ", который влияет на перевод всех указанных систем в ручной или автоматический режим работы. В то же время, существует "РАСПИСАНИЕ" для каждой системы в отдельности, которое может быть отредактировано (кнопка [P] слева от ключа ручного включения систем).

**Журнал событий**

Журнал событий или журнал регистрации работы системы предназначен для анализа работы систем (особенно, при возникновении аварийных ситуаций), регистрации действий персонала.

Любые изменения в состоянии систем управления инженерным оборудованием, такие как изменение контролируемых параметров, действия оператора, срабатывание систем сигнализации, регистрируются в журнале событий системы диспетчеризации.



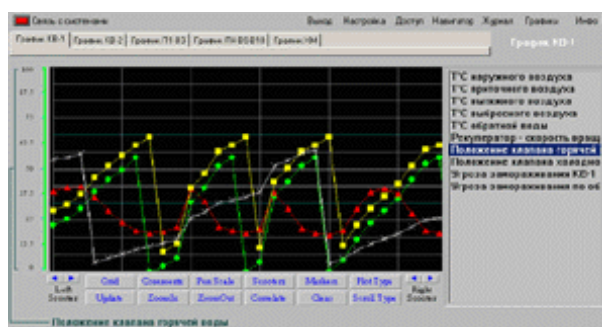
Для удобства эксплуатации, события, происходящие в системе управления инженерным оборудованием, разделены на три группы "Авария", "Регистрация", "Все". Нажав на соответствующую клавишу в нижней части окна [см. Рис. выше], можно просмотреть

соответствующую группу событий в системе. Группа "Авария" должна быть пуста. Это означает, что оборудование работает нормально. Группа "Регистрация" - это то, что мы видим на рисунке, показывает все операции, которые эксплуатационный персонал выполнял с системами (изменение режима работы, ручное включение систем, изменение уставок температуры). Как дополнительная возможность для персонала сервисных служб предусмотрена кнопка "Все". Нажав ее, можно отобразить все события в хронологическом порядке.

### Графики

С целью визуального контроля параметров работы оборудования, в системе диспетчеризации предусмотрена графическая форма вывода информации о тех параметрах, которые определяют качество функционирования системы управления инженерным оборудованием здания. Для систем управления климатом это, как правило, такие параметры, как температуры воздуха и воды, положение приводов клапанов и других исполнительных механизмов, сигналы срабатывания датчиков защиты от замораживания.

Считывание параметров из контроллеров для отображения на графике производится каждые 10 секунд, максимальное количество точек на графике 2000 (ориентировочно, 5-ть часов работы систем). По истечении 5 часов новые данные на графике затирают значения старых данных по принципу кольцевой очереди.



В процессе работы можно переместиться на ранние временные отметки, масштабировать график с целью более детального (увеличение-Zoom\_In) или более общего контроля (уменьшение-Zoom\_Out).

Такой механизм, как вертикальные ограничители (scooters), позволяет максимально уменьшив график, выбрать нужный временной отрезок, перемещая левую и правую границу к нужным точкам, и увеличив масштаб детализировать значения на этом отрезке.

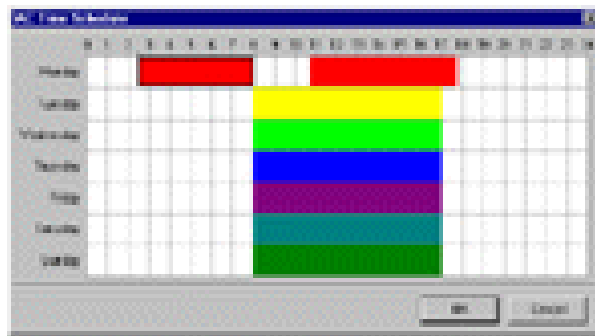
Для удобства оператора, в правой части экрана расположен перечень контролируемых параметров. Нажав указателем мыши на любой из них, в левой части графика вы увидите вертикальную линейку, с нанесенными значениями, которые отображают пределы изменения параметра. Цвет линейки соответствует цвету графика для соответствующего параметра.

### Настройка параметров контроллеров

В пакете MicroNet предусмотрены библиотеки элементов ActiveX, представляющих собой заранее определенные комплексные объекты, которые пользователь может свободно модифицировать и дублировать. Библиотека элементов ActiveX MicroNet обеспечивает поддержку таблиц преобразования, настройку циклограмм, расписания нерабочих дней, модулей оптимизации и регуляторов в контроллерах. Для осуществления настройки в рассматриваемом проекте применялись стандартные компоненты ActiveX MicroNet, такие как Time Scheduler (настройка расписания), Two Stage Control (настройка регуляторов). Эти компоненты позволяют в процессе работы изменить значения параметров контроллеров, заданных при программировании контроллеров пакетом VisiSat на стадии разработки системы управления.



## Настройка расписания работы системы



Компонент ActiveX Time Schedule

Для офисных комплексов характерен периодический режим присутствия людей в здании. При этом, некоторые системы управления инженерным оборудованием, например, вентиляции и кондиционирования воздуха, должны включаться к приходу людей в здание в начале рабочего дня и отключаться по окончании рабочего дня. Для этого применяется механизм автоматического планирования графика работы инженерного оборудования на основе расписаний или планировщиков. В системе MicroNet эту функцию выполняет компонент ActiveX Time Schedule.

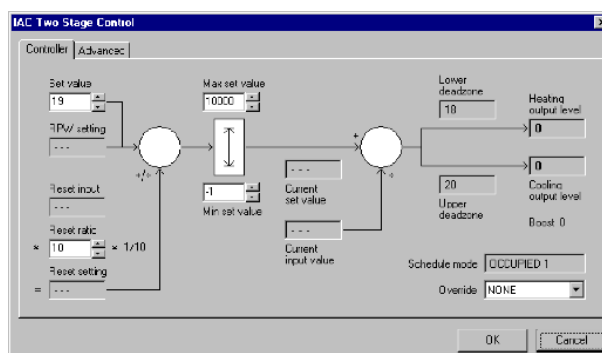
Цветные поля показывают период, когда система ВКЛЮЧЕНА. Левая граница полосы – время начала работы, правая – окончания работы. Для каждого дня недели применяются отдельные цвета.

“По умолчанию” задается период:

начало работы – 8:00 | завершение -17:00 | ежедневно

В системе диспетчеризации вызов оператором данного компонента привязан к кнопке "Изменение расписания".

## Настройка PID-регуляторов



Компонент ActiveX Two Stage Control

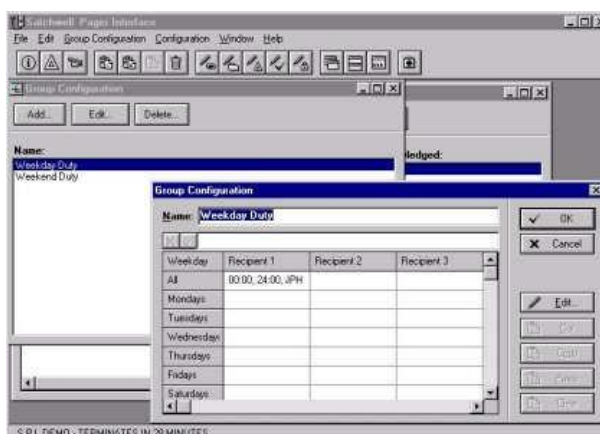
Данный компонент позволяет изменить свойства PID-регулятора контроллера. В рассматриваемой системе регулирование осуществляется в контуре калорифера приточной системы. Характерной особенностью алгоритма работы регулятора является функция автоматической настройки. Преимущество данной функции состоит в том, что на этапе наладки системы контроллер автоматически настраивает оптимальные параметры PID-регулятора, которые затем записываются в контроллер и используются в процессе регулирования.

### Интеграция оборудования и систем других производителей

MicroNet может интегрировать оборудование разных производителей в единую, согласованно работающую систему. Для этого используется технология так называемых DDE или OPC серверов ввода/вывода. Доступно более 600 серверов для контроллеров и систем. Краткий перечень серверов ввода/вывода для систем автоматизации зданий известных производителей приведен ниже.

Сервер ввода/вывода	Производитель
NETWORK 8000 Serial I/O Server	Invensys Building Systems
DMS Serial I/O Server	Invensys Building Systems
Satchnet I/O Server	Invensys Building Systems
Andover 256 HVAC Driver	Custom Technology
Andover Controls DDE Server	Streamline Software, Inc.
ASI Controls Building Control System	ASI Controls
Echelon LNS DDE Server	Industrial Communication
LNS DDE Server	Echelon Corporation
Eurotherm Drives LINK DDE Server for NT 4.0	Eurotherm Drives, Inc.
Johnson Controls Metalink	Johnson Controls
Johnson Controls N2-BUS	Industrial Communications
Landis & Staefa APOGEE Syatem 600	Landis&Staefa
Staefa NCRS	Control Engineering, Inc.
Staefa Serial Interface Driver	Custom Technology
Titus TD-1 VAV and ZCOM System Server	ASI Controls
Tour&Anderson 65xx/67xx Building Automation Device	Industrial Automation
York YT Chillers	Specter Instruments, Inc.
MicroNet NCP/ARCNET	Invensys Building Systems
I/A Series	Invensys Building Systems
Honeywell BAS	Honeywell Corporation

### Контроль инженерных систем по сетям операторов мобильной связи

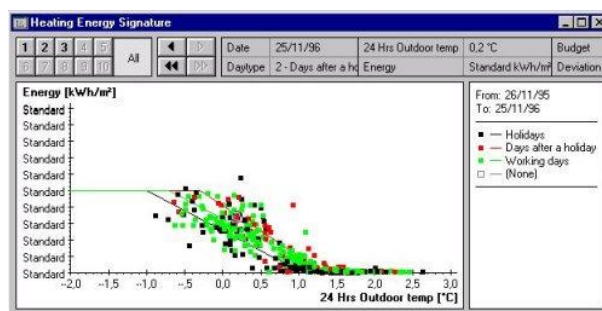


GSM-control

Для обеспечения непрерывного дистанционного контроля состояния инженерного оборудования в пакет MicroNet входит приложение GSM-control, которое позволяет передавать SMS-сообщения о состоянии оборудования на GSM-терминалы обслуживающего персонала и сервисных организаций. Кроме того, возможно дистанционное изменение параметров и режимов работы

оборудования. Следует отметить, что данные возможности обеспечены специальной системой защиты от несанкционированного доступа к системе.

### Энергоменеджмент зданий



Satchwell Energy Management

Система MicroNet может быть дополнена пакетом SEM (Satchwell Energy Management) для построения системы энергетического менеджмента здания. Пакет предоставляет мощные функции отображения, анализа и оптимизации, как общего энергопотребления здания, так и отдельных групп оборудования по различным видам ресурсов – электроэнергия, газ, тепло, вода.

### Заключение

Оборудование системы Satchwell MicroNet применяется для автоматизации систем теплоснабжения, вентиляции и центрального кондиционирования воздуха, систем управления освещением жилых и административных зданий, отелей, для систем автоматизации модульных тепловых пунктов, котельных, систем, а также реализации комплексных систем энергосбережения зданий, предприятий, городских тепловых сетей.

На основе контроллеров и программного обеспечения системы Satchwell MicroNet возможно создание распределенных сетевых систем диспетчеризации с использованием различных каналов связи, в том числе, таких, как телефонные и беспроводные сети передачи данных.

Энергосберегающий эффект достигается за счет оптимальных алгоритмов управления оборудованием, применения регулирования температуры теплоносителя в системах центрального отопления по температуре наружного воздуха, а также за счет пофасадного регулирования температуры. В административных зданиях применяется автоматическое снижение температуры теплоносителя по заданному графику во вне рабочее время.

Надежность работы оборудования повышается за счет реализации функций непрерывного дистанционного контроля и управления. Применение систем автоматического управления энергоемкими системами теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования зданий позволяет снизить суммарное потребление энергии более чем на 30-50%.

ООО «СОЛИТОН», 2002г.

ООО «СОЛИТОН» (г. Киев) специализируется на системах автоматизации и диспетчеризации для промышленных предприятий и современных зданий / [www.soliton.com.ua](http://www.soliton.com.ua)