



МФК1500 – НОВЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНТРОЛЛЕР СРЕДНЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОЩНОСТИ

Д.П. Тимошенко, Н.Н. Сергиенко (Группа компаний "ТЕКОН")

Осенью 2009 г. производственная компания "Промконтроллер", входящая в группу "ТЕКОН", представила новую разработку – многофункциональный программируемый контроллер МФК1500, выполненный в оригинальном современном дизайне. МФК1500 знаменует отказ от металлоемкого конструктива Евромеханика 19" и переход разработки отечественных средств автоматизации на качественно новый уровень. Модули контроллера МФК1500 имеют запатентованный пластмассовый корпус из негорючего поликарбоната.

Ключевые слова: контроллер, модули ввода/вывода, дублирование, резервирование, надежность, диагностика.

МФК1500 в линейке оборудования ТЕКОН позиционируется как контроллер среднего класса, пришедший на замену широко распространенным контроллерам ТКМ52 и МФК, с расширением возможностей по функционалу, условиям применения и проектирования. Контроллер предназначен для построения управляющих и информационных систем автоматизации ТП среднего и высокого уровня сложности и может применяться как в составе централизованных, так и распределенных систем управления.

Контроллер МФК1500 во многом унаследовал передовые схемотехнические решения от флагмана линейки ТЕКОН – контроллера МФК3000. Разработчики контроллера старались сохранить в новом устройстве надежность МФК3000, расширить возможности масштабирования и снизить стоимость решений, создаваемых на его основе.

Конструкция контроллера позволяет гибко выбирать число и различные сочетания модулей ввода/вывода для каждого объекта автоматизации (4...64 модулей, в том числе модуль центрального процессора). МФК1500 может применяться в подсистемах АСУТП энергоблоков, энергетических и водогрейных котлов, других ответственных объектов в теплоэнергетике, химической промышленности и прочих отраслях.

Контроллер МФК1500 имеет сертификат соответствия РОСС RU.МЕ69.В03793, свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.С.34.004.А №35837 и разрешение на применение № РРС 00-37127.

Преимущества МФК1500

- Развитые возможности дублирования и резервирования контроллера в АСУТП позволяют проектировать системы, устойчивые к единичному отказу.
- Возможность проектирования систем оптимальной конфигурации масштаба 100...1500 каналов (2...64 модулей в составе одного контроллера, включая модуль ЦП).

- Подключение к объекту через клеммно-модульные соединители, что выносит тепловыделение за пределы контроллера и позволяет обходиться без принудительной вентиляции.

- Номенклатура модулей и клеммно-модульных соединителей покрывает основные типы сигналов АСУТП.

- Индивидуальная гальваническая развязка аналоговых каналов модулей ввода/вывода.

- Возможность "горячей" замены модулей, в том числе процессорного модуля, поддержка технологии Plug&Play.

- Поддержка протокола Modbus TCP/RTU/ASCII.

- Резервирование процессорного модуля и модулей ввода/вывода.

- Развитые средства диагностики модулей.

- Дублированные системная шина контроллера, внутренняя шина синхронизации данных резервированных ЦП, интерфейс Ethernet 100 Base-T, питание контроллера 220 VAC/VDC.

- Исполнения на диапазоны температур: 1...60 °С, -40...60 °С.

Большое внимание при создании нового контроллера уделялось возможности оптимального (как по функциям, так и по стоимости) проектирования систем масштаба 100...1500 каналов. В составе контроллера предусмотрено применение шасси на 4, 8, 16 посадочных мест в любых комбинациях, что позволяет проектировать контроллеры, включающие 4...64 модулей ввода/вывода с избыточностью ≤3 свободных мест. Аналоговые модули имеют исполнения на 2, 4, 8 и 16 каналов, а дискретные – на 16 или 32 канала, что также позволяет выбирать оптимальную конфигурацию системы. Кроме того, в номенклатуре имеются модули с комбинацией каналов ввода/вывода, а клеммно-модульные соединители позволяют подключать к одному модулю УСО дискретные сигналы различных уровней.



Рис. 1. Внешний вид МФК1500

Для применения с контроллером МФК1500 разработаны новые клеммно-модульные соединители и усилители дискретных сигналов унифицированного типоразмера, более компактные по сравнению с устройствами предыдущего поколения. Одностороннее обслуживание контроллера МФК1500 в сочетании с новыми компактными клеммно-модульными соединителями и усилителями позволяет разместить в одностороннем шкафу глубиной 400 мм систему управления, способную обрабатывать до 550 дискретных сигналов.

В составе контроллера МФК1500 наряду с собственными модулями центрального процессора, предусмотрена возможность использования более мощного процессорного модуля Р05-02 от контроллера МФК3000. Модули ЦП МФК3000 устанавливаются в отдельное шасси.

Резервирование

В МФК1500 обеспечивается многоуровневое резервирование и дублирование ресурсов контроллера, что позволяет разрабатывать системы автоматизации с различными требованиями к степени безопасности. Разработчику АСУТП предоставляется возможность определить режим использования контроллера с частичным или полным резервированием и дублированием ресурсов МФК1500 (рис. 2):

- резервирование или троирование модулей УСО;
- резервирование модулей центральных процессоров (ЦП);
- 100% горячее резервирование контроллеров.

Резервирование или троирование модулей УСО выполняется ПО самих модулей без привлечения ресурсов центрального процессора и использования дополнительного оборудования. Резервированные или троированные модули УСО могут устанавливаться в произвольные посадочные места, в том числе в разных шасси. При таком использовании МФК1500 можно осуществить дублирование только тех модулей УСО, входные/выходные сигналы которых участвуют в алгоритмах защит и блокировок, и резервировать модули выходов регуляторов. Это позволяет, например, реализовать в рамках одного контроллера информационную подсистему (без резервирования модулей УСО) и подсистему управления, где требуется резервирование.

Резервирование модулей ЦП значительно повышает надежность всего контроллера. При отказе основного ЦП происходит переключение на резервный за время ≤ 10 мс с момента обнаружения отказа, без "провалов" по выходам модулей УСО. За счет постоянной синхронизации данных резервного ЦП с данными основного ЦП регуляторы и защиты переключаются безударно. Механизм резервирования ЦП выполняется программными средствами, при этом синхронизация (зеркализация) данных в ЦП осуществляется по дублированной внутренней шине.

Резервирование модулей ЦП и УСО необходимо использовать при разработке систем ПАЗ и автомати-

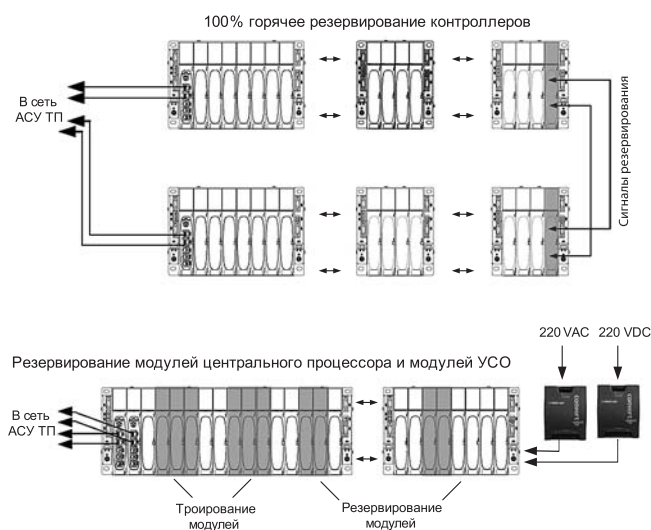


Рис. 2. Резервирование МФК1500

ческого регулирования. Также резервирование ЦП при соблюдении определенных мер безопасности позволяет модернизировать технологическое ПО контроллера без останова объекта управления.

При 100% горячем резервировании МФК1500 требуется соединение контроллеров дублированным кабелем для передачи сигналов переключения между контроллерами (рис. 2).

Полноценная поддержка технологии резервирования неразрывно связана с необходимостью наличия развитых средств диагностики. Причем диагностика необходима как в основном работающем в данный момент оборудовании, чтобы при отказе своевременно выполнить переключение на резервное оборудование, так и в резервном, чтобы вовремя обнаружить отказ, не допустить переключения на неисправный модуль и выполнить замену модулей, в которых обнаружены отказы.

В МФК1500 встроены развитые средства диагностики.

На модуле ЦП выполняются виды контроля: "зависания" технологической программы (Watchdog); напряжения питания по обоим шинам питания контроллера; напряжений внутренних источников питания; выполняемых процессов в многозадачной ОС; работы внутреннего интерфейса; работы внешних сетевых интерфейсов; температуры.

В модулях ввода/вывода выполняются виды контроля: "зависания" программы в микропроцессоре модуля (Watchdog); целостности программы и данных в flash памяти; линии связи с датчиками на обрыв для аналоговых модулей; выхода аналогового сигнала за рабочий диапазон; отказа АЦП; температуры на модуле; качества связи по каждому из каналов внутреннего интерфейса; времени обращения к модулю по внутреннему интерфейсу; индикация остатка числа записей в Flash-память модуля; индикация версий встроенного ПО и ревизий печатных плат модулей.

На контроллерном уровне постоянно отслеживается целостность передаваемых данных по дублированным шинам.

Состав и принципы функционирования

МФК1500 имеет распределенную архитектуру и модульную конструкцию. Один контроллер может включать несколько шасси на 4, 8 и 16 посадочных мест, расположенных на отрезке до 40 метров. В составе одного контроллера могут использоваться ≤63 модулей ввода/вывода.

Архитектура контроллера МФК1500 имеет дублированную систему питания, состоящую из двух шин, подключенных к двум источникам питания. Источники питания могут быть подключены к сети переменного тока напряжением 93...240 В или постоянного тока напряжением 100...240 В. Таким образом можно обеспечить питание контроллера от двух фидеров питания как переменного, так и постоянного тока. Выход из строя любого источника питания или короткое замыкание одной из шин 24 В не приводит к отказу контроллера, равно как и короткое замыкание питания на модуле.

Дублированная внутренняя шина данных МФК1500 разрешает многомастерную работу. Это позволяет при фиксированном цикле опроса всех модулей выделять отдельные сигналы в особый тип инициативных сообщений. При изменении таких сигналов модули УСО сами передают в ЦП данные измененных каналов, что позволяет повысить быстродействие системы защит при сохранении общего цикла опроса модулей УСО. Протокол обмена обеспечивает гарантированное время доставки как инициативных сообщений от модулей ввода/вывода к ЦП, так и сообщений от ЦП к самим модулям УСО. Любой модуль может передавать инициативные сообщения как по результатам диагностики, так и по факту изменения входного сигнала. Гарантированное время доставки инициативных сообщений зависит от общего числа модулей и составляет 1...6 мс (6 мс — для контроллера, состоящего из 64 модулей).

Модуль центрального процессора CPU715 (рис. 3) выпускается в трех исполнениях, отличающихся тактовой частотой процессора (INTEL XScale® 266 или 533 МГц), объемом памяти (32 Мб SDRAM, 16 Мб Flash или 64 Мб SDRAM, 32 Мб Flash) и аппаратной поддержкой резервирования контроллеров. На модуле ЦП расположены два порта Ethernet 100 Mb, два порта RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой, порт RS-232 и ключ переключения режимов работы ЦП. Переключатель имеет три положения: LOCK, RUN и PRG. При старте ЦП переходит в режим конфигурирования контроллера (положение PRG) или режим управления (положения RUN и LOCK). В случае нерезервированного ЦП положение ключа RUN разрешает управление объектом, а перевод ключа в положение LOCK приводит к блокировке выходов модулей вывода. При резервировании ЦП

перевод ключа в положение LOCK приводит к переключению ЦП или контроллера в состояние SLAVE. Текущий режим работы отображается на передней панели модуля с помощью световых индикаторов.

При необходимости восстановления конфигурации ЦП (например, утерян установленный ранее IP-адрес ЦП), возможно перевести модуль в режим восстановления заводских настроек с помощью кнопки DEFAULT.

В данный момент в состав контроллера входит 13 различных типов модулей ввода/вывода, поддерживающих все основные типы датчиков и исполнительных механизмов. Номенклатура модулей постоянно расширяется. Перечень доступных для заказа модулей ввода/вывода:



Рис. 3. Внешний вид модуля CPU715

- **AI8** — модуль ввода 8 аналоговых сигналов тока 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА и напряжения 0...10 В, предел основной погрешности 0,15...0,1%. Индивидуальная гальваническая развязка; время обновления данных по всем каналам 20 мс; индивидуальная настройка диапазона каждого канала; контроль обрыва цепи линии связи для диапазона 4...20 мА;

- **AI4** — модуль ввода 4 аналоговых сигналов тока 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА и напряжения 0...10 В, предел основной погрешности 0,15...0,1%. Индивидуальная гальваническая развязка; время обновления данных по всем каналам 20 мс; индивидуальная настройка диапазона каждого канала; контроль обрыва цепи линии связи для диапазона 4...20 мА;

- **AI616** — модуль ввода 16 аналоговых сигналов среднего уровня, 0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА, индивидуальная гальваническая развязка; время обновления данных по всем каналам 20 мс, предел основной погрешности 0,15...0,2%, контроль обрыва цепи для диапазона 4...20 мА;

- **LIG16** (предварительно) — модуль аналогового ввода; 16 каналов RTD3, RTD4; 15 каналов термпар с компенсацией холодного спая; индивидуальная настройка каждого канала на тип датчика и измерительный диапазон. Индивидуальная гальваническая развязка; время обновления данных по всем каналам 500 мс; контроль обрыва цепи линии связи;

- **LIG8** (предварительно) — модуль аналогового ввода; 8 каналов аналогичных LIG16;

- **AOC4** — модуль вывода 4 аналоговых сигналов тока 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА, предел основной погрешности 0,1...0,05%. Индивидуальная гальваническая развязка; индивидуальная настройка диапазона каждого канала; контроль обрыва цепи;

- **AOC2** — модуль вывода 2 аналоговых сигналов тока 0...5 мА, 0...20 мА и 4...20 мА, предел основной погрешности 0,1...0,05%. Индивидуальная гальваническая развязка; индивидуальная настройка диапазона каждого канала; контроль обрыва цепи;

- **ADO24** — комбинированный модуль, предусматривающий ввод 8 аналоговых сигналов 0...20 мА, 4...20 мА, 0...5 мА, предел основной погрешности 0,15...0,2%, контроль обрыва цепи для диапазона 4...20 мА, индивидуальная гальваническая развязка; время обновления данных по всем каналам 20 мс; вывод 16 дискретных сигналов 24 В с групповой гальванической развязкой, общий контакт нагрузок в группе — минус; неограниченное число срабатываний; защита от короткого замыкания и перегрузок;

- **DO32** — модуль дискретного вывода, 32 канала 24 В / $I_{max}=0,5$ А, групповая развязка 4 группы по 8 выходов, общий контакт нагрузок в группе — плюс; неограниченное число срабатываний, защита от перегрузок по току, настройка пар каналов на работу в режиме ШИМ;

- **DO16** — модуль дискретного вывода, 16 каналов 24 В / $I_{max}=0,5$ А, групповая развязка 2 группы по 8 выходов, общий контакт нагрузок в группе — плюс; неограниченное число срабатываний, защита от перегрузок по току, настройка пар каналов на работу в режиме ШИМ;

- **DI32** — модуль дискретного ввода, 32 канала 24 В, групповая развязка 4 группы по 8 каналов, 16 первых входов могут использоваться для числоимпульсного и частотного ввода (до 1000 Гц), защита от переплюсовки и перенапряжений, настраиваемый фильтр подавления дребезга контактов;

- **DI16** — модуль дискретного ввода, 16 каналов 24 В, групповая развязка 2 группы по 8 каналов, числоимпульсный и частотный ввод (до 1000 Гц), защита от переплюсовки и перенапряжений, настраиваемый фильтр подавления дребезга контактов;

- **DIO32** — комбинированный модуль ввода/вывода дискретных сигналов 24 В (16 каналов ввода + 16 каналов вывода), групповая развязка 4 группы по 8 каналов, общий "плюс". Характеристики каналов ввода/вывода аналогичны модулям DI16 и DO16 соответственно.

Входные/выходные сигналы подключаются к модулям МФК1500 через клеммно-модульные соединители (рис. 4). Перечень доступных сегодня клеммно-модульных соединителей приведен ниже.

Соединение модулей с клеммно-модульными соединителями выполняется плоским кабелем, что существенно упрощает изготовление шкафа.

Модули ввода/вывода МФК1500 имеют несколько настроечных параметров. Один из этих параметров — так называемое время молчания, с помощью которого можно настроить выходы модуля на размыкание через заданное время при прекращении обращений со стороны ЦП.

Шаг изменения времени молчания — 10 мс, при диапазоне изменения от 10 мс до 1 с или 1 с при диапазоне 1...255 с. Все выходы модуля размыкаются по истечении времени молчания, то есть выходные каналы полностью отключаются от объекта управле-

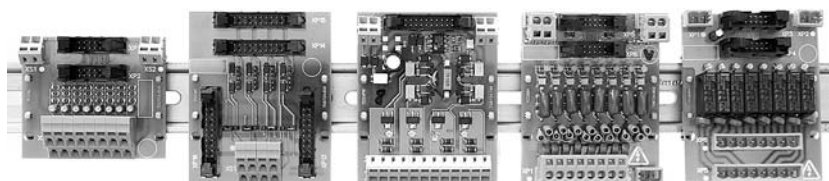


Рис. 4. Клеммно-модульные соединители

ния. Эта функция может использоваться в системах с импульсным управлением, для которых безопасное состояние — разомкнутые выходы, а также для безопасного останова объекта при отказе ЦП. Если пользователю необходимо оставить текущее состояние выходов на неопределенное время (время перезагрузки ЦП, перевода в ручной/местный режим управления), время молчания устанавливается равным "0". В этом случае отключить выход при неработающем ЦП можно только переводом переключателя на модуле в положение STOP, отключением питания или извлечением модуля из шасси.

В дискретных входных модулях дополнительно можно сконфигурировать следующие параметры:

- разрешить передачу инициативных сигналов;
- разрешить прием счетчиков импульсов и числоимпульсных сигналов;
- время фильтра антидребезга.

В дискретных выходных модулях дополнительно можно сконфигурировать следующие параметры:

- отключение канала;
- разрешить работу каналов в режиме ШИМ;
- для режима ШИМ — время минимальной паузы.

При использовании каналов дискретных выходных модулей в режиме ШИМ пара каналов модуля образует пару выходов регулятора ("больше" и "меньше"). При записи в канал знакового числа (значение в мс) импульс заданной длительности формируется на выходе канала: "больше" — при отрицательном числе; "меньше" — при положительном числе.

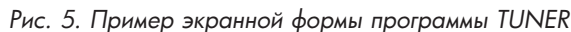
Использование данного режима работы модулей значительно снижает требования к циклу исполнения программы регулятора без потери точности регулирования.

В аналоговых модулях дополнительно можно сконфигурировать (задать) индивидуально по каждому каналу следующие параметры: отключение канала; разрешить контроль обрыва линии связи с датчиком; тип датчика (напряжение, ток, термopара, термopреобразователь сопротивления); измерительный диапазон; предупредительные и аварийные уставки.

Все настраиваемые параметры МФК1500 задаются пользователем при конфигурировании контроллера встроенным Web-сервером.

Программное обеспечение

Контроллер МФК1500 предоставляет разработчику АСУТП возможность создания, загрузки и отладки прикладных проектов, используя языки технологического программирования в соответствии с междуна-



Конфигурирование контроллера включает настройку сетевых интерфейсов, системы ввода/вывода, службы

Универсальным средством доступа со стороны SCADA-систем к переменным прикладного проекта ISaGRAF, исполняемого в контроллере, является программа TeconOPC Server, позволяющая связать систему верхнего уровня с МФК1500, работающего в сети Ethernet по протоколу TCP/IP. Возможно автоматическое конфигурирование OPC-сервера. TeconOPC Server может быть запущен SCADA-системой с автоматической загрузкой определенного файла конфигурации. В процессе работы ведется журнал

событий с регистрацией времени подключения и отключения, нарушений качества передачи данных.

Контроллер МФК1500 применяется в составе интегрированного программно-технического комплекса ТЕКОН. Программное обеспечение ПТК ТЕКОН имеет мощную БД, удобный и простой интерфейс, среду разработки программ пользователя, модульную среду исполнения и современные средства экспорта/импорта данных.

Производство и поставка

МФК1500 изготавливается производственной компанией "Промконтроллер", входящей в Группу компаний "ТЕКОН". Система менеджмента качества производственной компании "Промконтроллер" соответствует требованиям международного стандарта ISO 9001:2008.

На этапе производства контроллера МФК1500 контроль качества обеспечивается Отделом технического контроля с применением технических средств и специального стендового оборудования по утвержденным методикам и в соответствии с технологическими картами. Контролируются 100% узлов и изделия в целом после каждой технологической операции: монтажа, сборки, настройки, тестирования. Окончательная приемка изделий производится по результатам заводских испытаний с обязательным термопрогоном. Результаты всех проверок и испытаний документируются в единой БД службы качества.

При производстве МФК1500 используются элементная база и компоненты ведущих зарубежных производителей.

МФК1500 производится и поставляется преимущественно в шкафном исполнении, которое обеспечивает необходимую степень защиты и подключение объектовых кабелей (уровень пылебрызгозащиты IP54, по ГОСТ 14254-80). Заказ комплектного контроллерного шкафа, выполненного в соответствии с требованиями заказчика и полностью готового к монтажу на объекте, существенно снижает затраты на этапах проектирования, монтажа, пуско-наладки и эксплуатации АСУТП.

Состав конструктивных элементов, тип и габариты поставляемого шкафа соответствуют требованиям, приведенным в техническом задании на шкаф МФК1500. Рекомендуемые габариты шкафов для контроллеров МФК1500 (В x Ш x Г), см:

- 1200x800x300 (навесной с односторонним обслуживанием);
- 2000x800x400 (напольный с односторонним обслуживанием);
- 2000x800x800 (напольный с двухсторонним обслуживанием);

Все элементы и кабели соединений размещаются во внутреннем пространстве шкафа (кабели соедине-

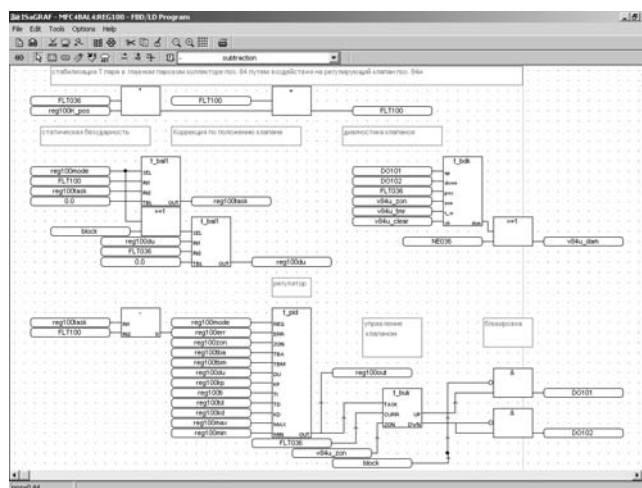


Рис. 6. ISaGRAF Workbench. Пример экранной формы

ний укладываются в короба). В шкафу располагаются: шасси контроллеров; панель оператора (опционально); блоки питания; клеммно-модульные соединители и усилители дискретных сигналов; автоматы защиты цепей питания от короткого замыкания; розеточные блоки; дополнительное оборудование заказчика (в соответствии со спецификацией).

При заказе шкафного исполнения МФК1500 производственная компания "Промконтроллер" выполняет: проектирование шкафа; изготовление шкафа, включая монтаж всего необходимого оборудования; тестирование шкафа; выпуск проектной документации; изготовление специальной жесткой транспортной тары (при необходимости транспортировки шкафа); упаковку шкафа.

При выпуске шкафа МФК1500 обязательным этапом являются приемочные испытания изделий на полигоне с использованием специального тестового оборудования по согласованной методике и с возможным участием представителей заказчика.

Проектная документация разрабатывается в соответствии со спецификацией заказа и техническим заданием на шкаф МФК1500. Проектная документация включает: паспорт шкафа; схему расположения Э7; схему соединений Э4; перечень элементов ПЭ4; таблицу подключений ТП; сборочные чертежи кабелей соединений СБ.

Возможна поставка отдельных контроллеров в соответствии с картой заказа. При этом инженеринговым компаниям и проектным организациям предоставляется полный комплект методической, конструкторской и эксплуатационной документации в электронном и печатном виде. На этапе проектирования, внедрения и эксплуатации МФК1500 Службой сервиса компании "Промконтроллер" осуществляется техническая поддержка. На МФК1500, как и на всю продукцию ТЕКОН, предоставляется уникальная трехлетняя гарантия.

*Тимошенко Дмитрий Петрович — технический директор,
Сергиенко Николай Николаевич — директор по маркетингу
Группа компаний "ТЕКОН".*

Контактный телефон (495) 730-41-12. E-mail: tim@tecon.ru sergienko@tecon.ru