

## МОДУЛИ СЕРИИ «РАДУГА-М»

### Общая информация

Модули серии «Радуга-М» (далее модули) – это одноплатные электронные устройства, предназначенные для создания модульно конфигурируемых высокоточных локальных, распределенных или комбинированных промышленных измерительно-вычислительных контроллеров и комплексов в составе АСУТП предприятия.

Все модули серии «Радуга-М»:

- представляют собой специализированные программируемые устройства, размещаемые в индивидуальных или групповых корпусах из ударопрочного пластика;
- гальванически изолированы как от общего питания +5 В, так и от шин обмена;
- присоединяются к одной (модули входа/выхода) или к двум (коммуникационный модуль и модуль вычислитель) шинам обмена (интерфейс RS-485, скорость обмена 115200 б/с, протокол обмена ModBus RTU);
- имеют свой адрес от 1 до 15 на шине обмена.

Шина обмена, по которой модули входа/выхода обмениваются информацией с коммуникационным модулем или модулем-вычислителем, называется внутренней, а связанная с ней группа модулей, называется сегментом сети распределенного контроллера.

Шина обмена, по которой коммуникационный модуль или модуль вычислитель обмениваются информацией с внешним управляющим устройством, называется внешней. На одной внешней шине обмена могут располагаться от 1 до 15 коммуникационных модулей, формирующих сегменты сети распределенного контроллера.

### Состав серии

В состав модулей серии «Радуга-М» входят:

- **модуль аналогового входа** – двухканальный измерительный преобразователь аналогового входного сигнала в цифровое значение напряжения постоянного тока, силы постоянного тока и сопротивления постоянному току. Приведенная погрешность не выходит за границы  $\pm 0,075\%$ .
- модуль аналогового (токового) выхода – двухканальный преобразователь цифрового значения от управляющего устройства в значение выходного унифицированного (4..20 мА) сигнала сила постоянного тока. Приведенная погрешность не выходит за границы  $\pm 0,1\%$ .
- **модуль частотно-импульсного входа** – двухканальный измерительный преобразователь частотно-импульсного периодического входного сигнала в цифровое значение частоты и числа импульсов. Относительная погрешность преобразования не выходит за границы  $\pm 0,001\%$ ;
- **модуль частотно-импульсного выхода** – двухканальный преобразователь цифрового значения от управляющего устройства в выходное значение частотно-импульсного периодического выходного сигнала. Относительная погрешность преобразования не выходит за границы  $\pm 0,001\%$ ;
- **модуль дискретного входа** – шестиканальный преобразователь дискретного входного сигнала в цифровое значение состояния входа;
- **модуль дискретного выхода** – шестиканальный преобразователь управляющего цифрового сигнала состояния выхода в дискретный выходной сигнал;
- **модуль интерфейсного входа** – двухканальный модуль связи со сторонними приборами и устройствами по интерфейсу RS-485 и протоколу ModBus RTU.
- **коммуникационный модуль** – модуль, формирующий сегмент сети распределенного контроллера. В сегмент может входить от 1 до 15 модулей входа/выхода. Коммуникационный модуль обеспечивает доступ управляющего устройства, например, ПК к модулям сегмента. Производит постоянный циклический опрос модулей сегмента и хранит результаты опроса в своей оперативной памяти.
- **модуль вычислитель** – модуль, объединяющий в себе функции коммуникационного модуля и управляющего устройства. Он может превратить любой сегмент сети в автономный контроллер, работающий под управлением записанной в его память прикладной программы. Он имеет интерфейсы RS-485 и ETHERNET, а также интерфейс TTL UART для связи с графическим сенсорным экраном, выполняющим функции панели оператора;
- **модули вспомогательные** – коммутационный, питания ТС, индикатор аналогового входа, регистратор обмена.

### Конструктивные исполнения модулей

Модули имеют два основных конструктивных исполнения:

- «исполнение 1» для монтажа на базовую плату;

- «исполнение 2» для монтажа на ДИН-рейку 35 мм.

Их электрические схемы и технические характеристики идентичны, различаются лишь разъемы подключения к шинам питания, интерфейса и сигналам входа/выхода.

У модуля «исполнения 1» имеется один разъем, с помощью которого он устанавливается в ответную часть на базовой плате, с которой и получает все электрические сигналы, необходимые для работы.

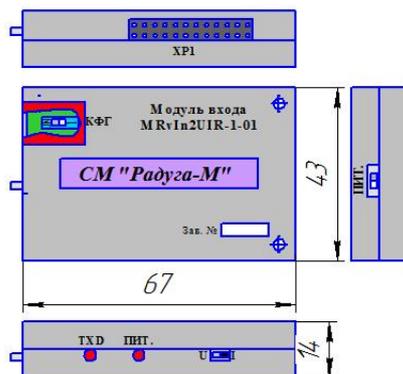


Рисунок 1 – Внешний вид модуля в конструктивном исполнении 1.

У модуля «исполнения 2» имеются отдельные разъемы для питания, для интерфейса, для сигналов входа/выхода.

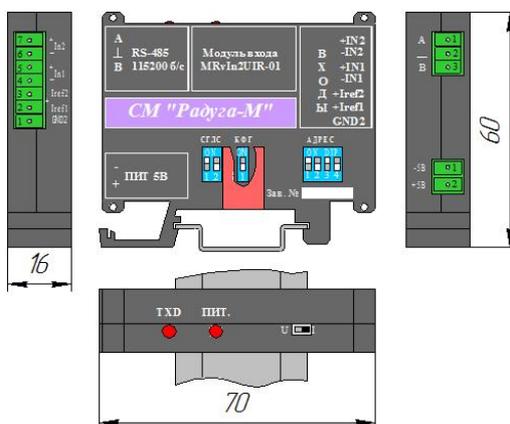


Рисунок 2 – Внешний вид модуля в конструктивном исполнении 2.

Модули «исполнения 1» устанавливаются на базовые платы для модульных сборок. Сами платы в свою очередь устанавливаются на специальные панели, имеющие крепления для установки на ДИН-рейку, образуя модульные блоки:

- **входа/выхода сигналов**, на 4 модуля входа/выхода, рисунок 3.А;
- **коммутации**, на коммутационный и два коммуникационных модуля, рисунок 3.Б;
- **управления**, на коммутационный и вычислительный модули, рисунок 3.В.

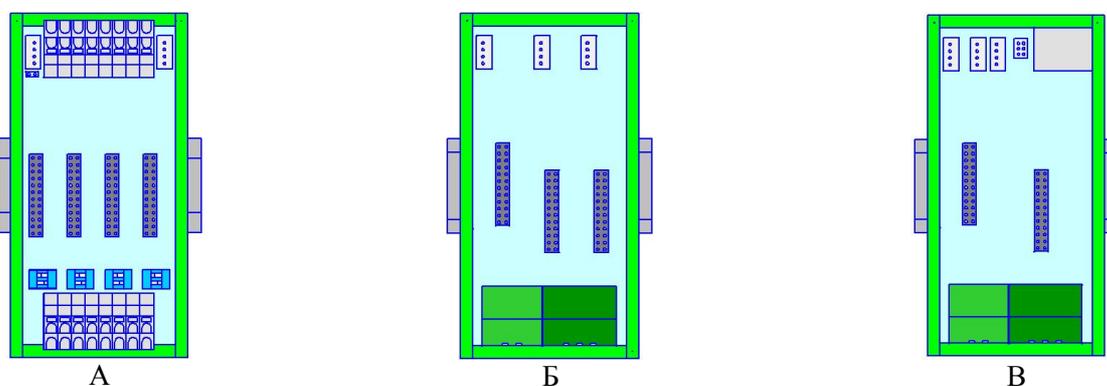


Рисунок 3 – Варианты базовых плат.

Модульные блоки можно соединять между собой посредством коротких типовых кабельных шлейфов (рисунок 4) и получать необходимую пользователю модульную конфигурацию. При этом

исключается часть монтажных работ, необходимых при создании аналогичных модульных сборок из модулей «исполнения 2».

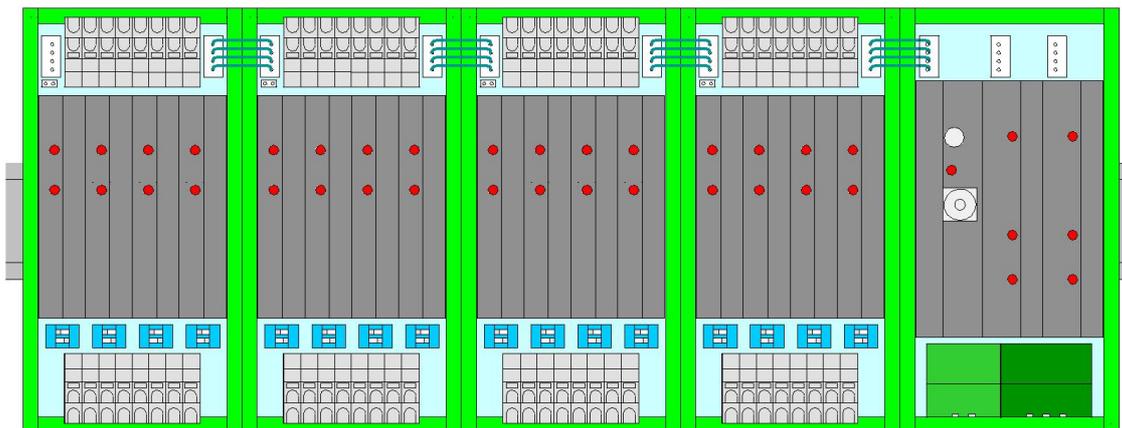


Рисунок 4 – Сборка из четырёх блоков сбора сигналов и одного коммутационного.

### Сертификация

На текущий момент ни модули, ни изделия на их основе (о них ниже) не проходили государственных метрологических испытаний и не имеют сертификатов об утверждении типа средства измерения. Однако необходимая для этого работа ведется.

### Разработчик

Разработчик и изготовитель: ООО ИПФ «Турбулент», г Омск.

Телефон: (3812) 913-011, электронная почта: [info@turbulent.ru](mailto:info@turbulent.ru), сайт: [www.turbulent.ru](http://www.turbulent.ru).

## Примеры использования модулей

### ПИК-120-М

Переносной модульный испытательный комплекс ПИК-120-М (далее комплекс), предназначен для проверки режимов работы турбоагрегатов ТЭЦ, ещё не оснащённых современными автоматизированными системами сбора данных. Работает с унифицированными сигналами первичных преобразователей давления и температуры. По умолчанию имеет 120 измерительных каналов, при этом распределённая архитектура комплекса позволяет уменьшать и увеличивать количество каналов по необходимости заказчика.

### Состав

Комплекс состоит из 24-канальных блоков аналоговых входов (БАВ). Конструктивно каждый БАВ представляет собой пластиковую коробку с размерами 330x240x87 мм с размещёнными в ней электронными и электротехническими изделиями. Количество БАВ в комплексе может достигать 15, что обеспечивает комплексу 360 измерительных каналов.

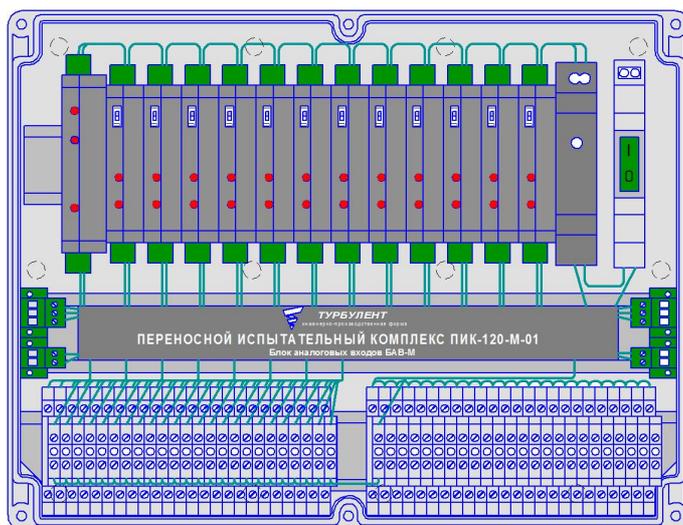


Рисунок 5 – Блок аналоговых входов для ПИК-120-М.

Внутри БАВ содержит модульную сборку из 13-ти модулей "Радуга-М" (12 двухканальных измерительных модулей и один коммуникационный модуль), покупной модуль питания (DC-DC преобразователь +24 В -> +5 В), выключатель, два блока двухъярусных клеммников по 48 контактов, три ДИН-рейки и соединительные проводники, обжатые наконечниками.

В модульной сборке используются модули "Радуга-М" «исполнения 2».

К комплексу прилагается ПО для ПК на ОС Windows.

К комплексу, также могут прилагаться вспомогательные одноканальные измерительные модули "Радуга-М" с цифровой индикацией.

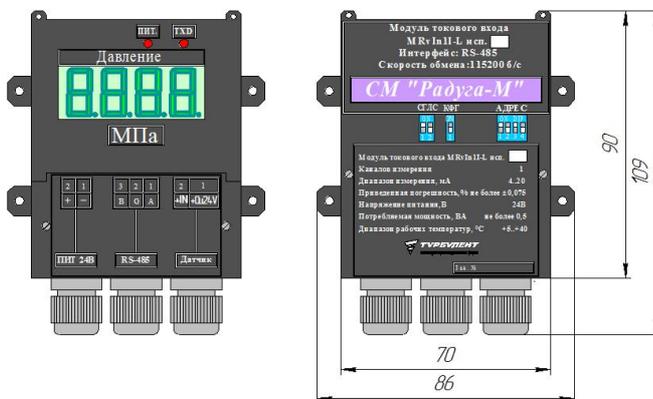


Рисунок 6 – Одноканальный измерительный модуль с цифровой индикацией.

Потребность в них возникает, если, например, вместо стоящих во время эксплуатации в тестовых точках турбоагрегата механических стрелочных манометров на время проведения испытаний устанавливаются дистанционные датчики давления комплекса. При этом установленные вместе с дистанционными датчиками модули с цифровой индикацией обеспечивают визуальный контроль давлений

операторами и в период проведения испытаний. Эти модули также можно использовать и на постоянной основе, а не только в период испытаний.

Главной особенностью данного комплекса является то, что его может собрать любой технически грамотный специалист.

Больше того, вместо БАВ в покупных корпусах, можно собирать линейки модулей и клемм на ДИН-рейках в шкафу и использовать такие линейки модулей уже как постоянно действующие части системы сбора данных АСУ ТП предприятия.

## ПИК-120-005

Переносной испытательный комплекс ПИК-120-005 имеет назначение, аналогичное ПИК-120-М, но построен на базе модулей в конструктивном исполнении 1.

### Состав

Комплекс также может содержать от 1 до 15 блоков аналогового входа (БАВ), однако корпус БАВ имеет размеры 240x120x60 мм, то есть гораздо меньшие, чем у аналога, но при этом содержит 17 модулей "Радуга-М" «исполнения 1» без индивидуальных корпусов, устанавливаемых на базовую плату (15 двухканальных измерительных модулей, 1 модуль питания и 1 коммуникационный модуль). Таким образом каждый БАВ обеспечивает 30-ти канальное измерение, увеличивая максимальное количество каналов до 450. Используется то же программное обеспечение.

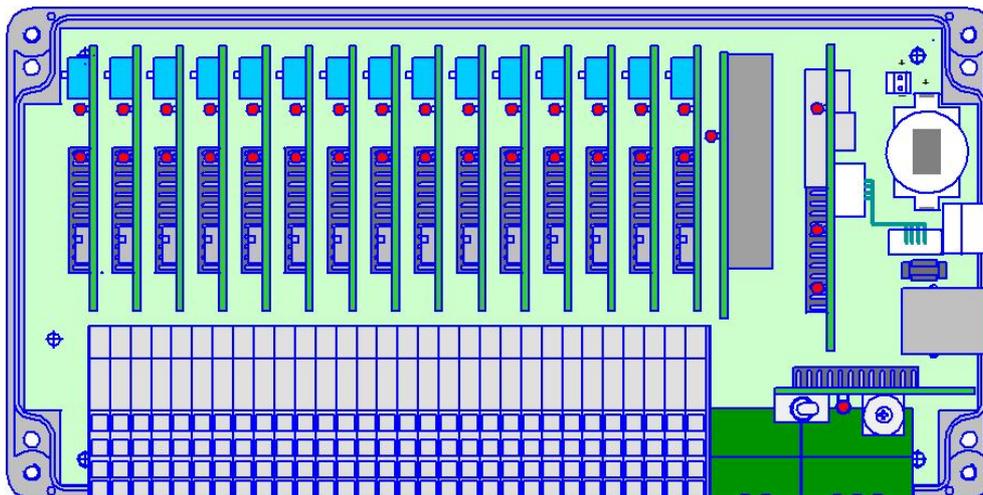


Рисунок 7 – Блок аналоговых входов для ПИК-120-005.

Сборка таких БАВ производится только на предприятии изготовителе. К комплексу также могут прилагаться одноканальные измерительные модули "Радуга-М" с цифровой индикацией. БАВ могут использоваться не только в составе комплекса, но и в любой другой системе сбора данных АСУ ТП с интерфейсом RS-485 и протоколом ModBus RTU, а также в качестве многоканальных регистраторов унифицированных электрических сигналов или пропорциональных им физических параметров.

## ИВК "Зодиак-М-мини"

Измерительно-вычислительный контроллер "Зодиак-М-мини" (далее контроллер) является сборкой модулей серии "Радуга-М", размещенной в отдельном корпусе. Предназначен для работы в составе системы обработки информации (СОИ) СИКН/СИКНС. Обеспечивает реализацию метрологической составляющей СОИ. Использует алгоритм обработки информации, реализованный в ИВК «Зодиак», но в облегченной версии – обрабатываются сигналы с меньшего количества измерительных линий и отсутствует обработка сигналов с ТПУ. Имеет в разы меньшую стоимость по сравнению с ИВК «Зодиак».

### Устройство

Модульная сборка из бескорпусных модулей «исполнения 1», на которой реализован контроллер, содержит следующие модули серии "Радуга-М":

- аналогового входа (ток) – двухканальные;
- частотно-импульсного входа (частота, число импульсов) – двухканальные;
- дискретного входа (электронный ключ или контакты реле) – шестиканальный;
- дискретного выхода (электронный ключ или твердотельные реле) – шестиканальный;
- вычислительный (взаимодействие с модулями входа/выхода и работа под управлением прикладной программы, реализующей алгоритмы учета нефти товарной и сырой).

Для питания модульной сборки можно использовать один сетевой блок питания +5В, 25 Вт, но рекомендуется использовать схему на двух блоках питания. Первый – сетевой блок питания  $\sim 220\text{В} \rightarrow +24\text{В}$ . Второй – понижающий преобразователь  $+24\text{В} \rightarrow +5\text{В}$ .

Для взаимодействия оператора с контроллером используется сенсорный графический экран, подключаемый к соответствующему разъему блока и исполняющий функции панели оператора.

Для связи с ПК используется либо интерфейс RS-485, либо интерфейс Ethernet, либо и тот и другой.

С модульной сборкой контроллера поставляется программа для ПК, позволяющая реализовать простой АРМ-оператора.

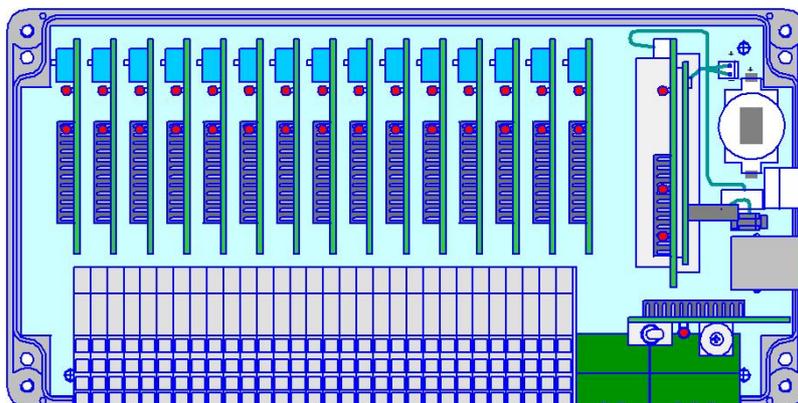


Рисунок 8 – ИВК «Зодиак-М-мини» в корпусном исполнении.

Альтернативой вышеуказанному варианту конструкторской реализации в отдельном корпусе является модульная сборка, составленная из модульных блоков «исполнения 1»: четыре блока входа/выхода и один блок вычислителя.

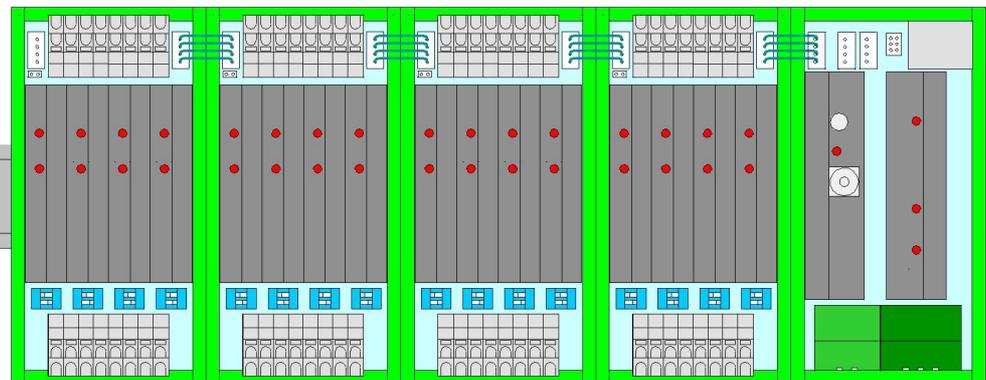


Рисунок 9 – ИВК «Зодиак-М-мини» в модульном исполнении.

Ремонтопригодность модульной сборки гораздо выше, чем у варианта в отдельном корпусе. Изделие не нужно отправлять на предприятие изготовитель для ремонта. Ремонт путем замены неисправного модуля на исправный может провести обслуживающий персонал непосредственно на объекте, используя модули, поставляемые в качестве ЗИП.

### Технические характеристики контроллера

**22 канала измерения силы постоянного тока** в диапазоне от 4 до 20 мА, входное сопротивление не более 300 Ом. Допускаемая приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений составляет  $\pm 0,1\%$ .

**4 канала измерения частоты и количества импульсов** с входным сопротивлением не менее 2 кОм. Диапазон измерения частоты следования импульсов составляет от 5 до 12000 Гц.

Допускаемая относительная погрешность измерений частоты следования импульсов составляет  $\pm 0,001\%$ .

Допускаемая относительная погрешность измерений количества импульсов при КМХ ПР или МПР составляет  $\pm 0,01\%$ .

Допускаемая относительная погрешность преобразования в значение массы брутто нефти составляет для ПР  $\pm 0,05\%$ , для МПР –  $\pm 0,01\%$ ;

Допускаемая относительная погрешность преобразования в значение массы нетто сырой нефти при объемном содержании воды в нефти до 10% составляет  $\pm 0,06\%$ , при объемном содержании воды от 10 до 30% –  $\pm 0,1\%$ , при объемном содержании воды от 30 до 60% –  $\pm 0,5\%$ .

**6 дискретных входных каналов** типа «сухой контакт», «электрический ключ». Напряжение низкого уровня – от 0 до 0,5 В, напряжение высокого уровня – от 2,5 до 24 В.

**6 дискретных выходных каналов** типа «оптронное реле» с сопротивлением нагрузки не менее 1 кОм. Напряжение низкого уровня – от 0 до 0,5 В, напряжение высокого уровня – от 2,5 до 24 В (для 24В необходим внешний источник питания). Длительность сигнала составляет не менее 1 секунды.

**Параметры электропитания:** постоянное напряжение от 5 до 6 В, потребляемая мощность – не более 15 Вт.

**Условия эксплуатации:** температура окружающего воздуха от +5 до +40 °С, относительная влажность воздуха до 90% при температуре 25 °С, атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

**Наработка на отказ** составляет 40000 часов.

**Степень защиты** по ГОСТ 14254-2015 – IP20.

### Возможные конфигурации СИКН/СИКНС

Базовым вариантом конфигурации является СИКН/СИКНС с двумя измерительными линиями: (ИЛ) рабочей и резервной, с возможностью использования одной из ИЛ в качестве контрольной, для проведения КМХ рабочей ПР по контрольной ПР. В базовом варианте предусмотрено наличие блока измерения качества нефти (БИК) с двумя поточными вибрационными плотномерами, двумя поточными влагомерами, индикатором расхода в БИК с токовым выходом, двух автоматических пробоотборников, а также датчиков давления и температуры с токовым выходом на каждой ИЛ, в БИК, на входном (только датчик давления) и выходном коллекторах, датчиков перепада давления на 2-х фильтрах и 6 дискретных сигналов аварийной сигнализации.

В рамках имеющегося набора входов контроллера пользователь непосредственно на объекте через сенсорный графический экран контроллера может сформировать свою конфигурацию СИКН/СИКНС – с БИК или без БИК, с одной, двумя, тремя ИЛ, вплоть до четырех ИЛ с массовыми расходомерами (МПР) и пропорциональными плотности токовыми сигналами, формируемыми вторичными блоками МПР.

В алгоритме учета сырой нефти прикладной программы контроллера (ППК) предусмотрены режимы работы с «виртуальным плотномером» или «виртуальным влагомером». Эти режимы работы также являются частью конфигурации СИКН/СИКНС.