



ТИПИЧНЫЕ НЕДОСТАТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ И ПРОЕКТОВ НА СОЗДАНИЕ АСУТП

Э.Л. Ицкович (ИПУ РАН)

Рассматриваются широко распространенные недостатки построения АСУ технологических агрегатов на российских предприятиях химико-технологических отраслей, которые обусловлены недостаточно конкретными и неполными техническими заданиями на их разработку и недостаточно современными и совершенными решениями, заложенными в технические проекты АСУ. В целом, эти недостатки отрицательно сказываются на качестве работы и эффективности АСУТП, разработанных по этим проектам.

Ключевые слова: разработка АСУ ТП, качество технических заданий на создание АСУ ТП, недостатки проектов АСУ ТП.

Введение

Необходимость создания АСУ технологического агрегата обычно возникает при:

- строительстве нового агрегата;
- модернизации действующего агрегата;
- замене устаревшей морально и/или физически имеющейся на агрегате системы автоматизации.

Реально распространены разные варианты выполнения основных, принципиально важных этапов создания АСУТП: разработка технического задания на АСУ и выполнение технического или техно-рабочего проекта АСУ.

Основные варианты исполнителей этих работ:

- техническое задание составляет предприятие — заказчик системы, а проект разрабатывает привлекаемая им проектная организация (обычно, специализирующаяся на работах в данной отрасли промышленности и имеющая специальный отдел проектирования систем автоматизации);

- предприятие — заказчик поручает разрабатывать и техническое задание, и проект привлекаемой проектной организации, поскольку у него нет специалистов для формирования технического задания;

- предприятие — заказчик системы составляет техническую документацию на тендер по построению АСУТП, включающую технические требования на нее, а производитель технических и программных средств, выигравший тендер на поставку системы автоматизации и разработку АСУ, сам реализует проект.

Естественно, что не существует никаких обобщающих экспертных рассмотрений технических заданий на АСУТП и проектов их реализации, формируемых разными организациями, по которым можно было бы составить мнение об их достаточно рациональном содержании для построения современного АСУТП.

Последние годы автору пришлось многократно проводить экспертизы конкретных технических требований и технических заданий на АСУТП, анализировать многочисленные технические и техно-рабочие проекты АСУТП, знакомиться с рядом вновь введенных АСУТП на предприятиях разных отраслей:

энергетики, химии, нефтехимии, нефтепереработки. Побочным результатом всех этих работ явилось обобщение проведенных рассмотрений, экспертиз, анализов, которые выявили ряд характерных особенностей, имеющихся в большинстве технических заданий на АСУТП и проектов их реализации, независимо от варианта их разработки и от принадлежности производства к той или иной отрасли промышленности. Естественно, что типичность и распространенность этих особенностей отражает субъективный взгляд автора и базируется на его экспертном опыте.

Целью статьи является рассмотрение и анализ типичных недостатков основных этапов разработки АСУ и описание способов их преодоления.

Использование совершенных методов и алгоритмов автоматизации ТП

При разработке технического задания на автоматизацию объекта вне зависимости от числа, сложности, связности регулируемых в нем величин в задании обычно указываются требования заложить в проект привычные и десятки лет используемые простейшие типовые алгоритмы контроля и учета, блокировки механизмов, ПИД-регулирования отдельных величин. Но современные системы автоматизации могут оснащаться также достаточно новыми, совершенными унифицированными алгоритмами и пакетами программ контроля и управления, использование которых позволяет значительно повысить эффективность управления сложными, объемными ТП, характеризующимися многосвязностью, нелинейностью, большим транспортным запаздыванием выходных величин, изменчивостью параметров объекта. К ним относятся алгоритмы диагностики отдельных нарушений в работе объекта, текущих виртуальных измерений качественных показателей работы объекта, адаптивного регулирования и самонастройки ПИД-регуляторов, прогнозных способов субоптимального управления (предикт-контроллеры) и т. д. Большинство систем автоматизированного контроля и управления ТП на передовых зарубежных предприятиях

достаточно широко и успешно применяют подобные алгоритмы уже не первый год. Отсутствие в техническом задании требований к применению совершенных алгоритмов контроля и управления, естественно, позволяет проектной организации закладывать в проект те же устаревшие решения по прикладному ПО и контурам регулирования, которые она использовала 10, и 20 лет назад.

Для предприятий-заказчиков распространенными причинами отсутствия в новых разработках АСУТП унифицированных совершенных алгоритмов контроля и управления являются:

- недостаточное знание рациональных областей применения новых алгоритмов контроля и управления и, более того, незнание с новыми современными предложениями на существующем рынке автоматизации;
- отторжение непривычных способов контроля и управления, поскольку отсутствует как принуждение, так и мотивация к их применению;
- недостаточная квалификация персонала для освоения более сложных способов автоматизированного управления.

Для проектных организаций распространенными причинами отсутствия в новых разработках АСУТП унифицированных совершенных алгоритмов контроля и управления являются:

- обычный поведенческий консерватизм, усугубленный плохим знанием современных способов автоматизации;
- естественное желание упростить свою работу, а следовательно, возможно более полно в новых проектах тиражировать решения ранее выполненных проектов.

Подобная ситуация заведомо снижает потенциально возможную эффективность разрабатываемых АСУТП, а поэтому отрицательно влияет на конкурентную способность предприятия.

Для преодоления этого недостатка естественен следующий путь:

- значительно повышать качество технического задания на АСУТП;
- включать в него конкретные требования, учитывающие возможности современных программных и технических средств и систем автоматизации, рациональные для данного класса объектов;
- при необходимости повышать квалификацию операторов объекта;
- жестко проверять выполнение заданных требований в представленном для утверждения техническом проекте.

Определение ключевых показателей работы агрегата

Существует ряд важных ключевых показателей, характеризующих текущее состояние ТП. К этим показателям относятся:

- текущий учет расходов отдельных сырьевых компонентов и выпускаемых объектом продуктов;

- текущий учет потребляемых объектом различных видов энергоресурсов и расчет удельного расхода этих видов энергоресурсов, то есть оперативного их расхода на единицу продукции, выпускаемой объектом;

- учет интервалов времени, в которых функционирование объекта или его самостоятельных блоков выходит за установленные нормы: отклонение качества производимой продукции, отказ (неисправность) отдельных единиц оборудования или отдельных технических и программных средств автоматизации, отключение определенных контуров регулирования и т. п.

Текущее представление ключевых показателей операторам объекта позволяет им в своих действиях наиболее рационально поддерживать заданный технологический режим объекта, оперативно реагировать на перерасход отдельных видов энергоресурсов, своевременно компенсировать возникающие нарушения и предотвращать нештатные ситуации.

Знание сменных и суточных ключевых показателей работы агрегатов не менее важно руководству производства; оно позволяет проводить анализ текущего функционирования объектов и оперативно принимать решения по совершенствованию их работы.

Во многих технических заданиях и разрабатываемых проектах АСУТП эти ключевые показатели, все или частично, не упоминаются и, соответственно, не рассчитываются во внедренной системе. Есть проекты, в которых заложены расходомеры материальных и тепловых потоков, но отсутствуют алгоритмы учета (нет программ корректоров и тепловычислителей). Существуют проекты, в которых заложен учет расхода электроэнергии на подстанциях, но не предусмотрен учет расхода электроэнергии по отдельным агрегатам. Редкостью являются проекты, в которых заложен автоматический учет времени нахождения объекта или его отдельных блоков в различных нештатных ситуациях. Не существует объективных причин отсутствия расчета ключевых показателей в рассматриваемой документации; данную ситуацию можно объяснить только отсутствием внимания заказчика и проектировщика к автоматизации функций анализа работы объекта и системы его контроля и управления.

Естественно, что включение в разрабатываемое АСУТП технических и программных средств расчета ключевых показателей работы объекта должно задаваться в техническом задании и реализовываться в техническом проекте.

Разработка в составе АСУТП системы противоаварийной защиты агрегата

Для многих технологических агрегатов разных классов производств требуется в составе АСУТП иметь отдельную систему противоаварийной защиты (ПАЗ). В большинстве случаев она должна иметь уровень безопасности, определяемый требуемой величиной снижения риска аварийной ситуации, (например, уровень безопасности, равный трем (Sil 3) сни-

жает риск возникновения аварийных ситуаций в диапазоне от 10 тыс. до 1 тыс. раз).

В техническом задании приводится требование о разработке системы ПАЗ и указывается необходимый уровень ее безопасности. В соответствии с заданием в техническом проекте разрабатывается отдельная система, реализующая функции предотвращения аварийной ситуации в специально сертифицированном на заданный уровень безопасности (например, на уровень Sil 3) контроллере. Никаких других особенностей в разработанной системе ПАЗ для выполнения ею заданных функций с указанным риском снижения аварийных ситуаций в проекте не предусматривается, в частности:

- система ПАЗ оснащается обычными, не сертифицированными на заданный уровень безопасности датчиками, исполнительными механизмами, регулирующими органами;
- используемые в ней датчики параллельно соединены как с системой ПАЗ, так и с другими системами контроля и управления этого агрегата.

В действительности, разработанная подобным образом система не соответствует наименованию "ПАЗ", что следует из принятых в России международных стандартов, поскольку она не снижает риск аварийных ситуаций до заданного уровня.

Основополагающими документами по построению систем ПАЗ являются следующие международные нормативы: стандарт IEC 61508 "Функциональная безопасность электрических, электронных, программируемых электронных систем, связанных с безопасностью" и поясняющий его применение для предприятий химико-технологических отраслей стандарт IEC 61511 "Системы обеспечения безопасности для перерабатывающих отраслей промышленности". В России IEC 61508 выпущен как национальный стандарт РФ под наименованием ГОСТ Р МЭК 61508-2007 и состоит из шести самостоятельных частей: общие требования, требования к системам, требования к ПО, термины и определения, рекомендации по применению методов определения уровней полноты безопасности, руководство по применению требований к системам и ПО.

В указанных стандартах прописаны требования отбора технических средств для системы ПАЗ, особенности разработки прикладного ПО системы ПАЗ, ряд специальных условий построения в соответствие с заданным уровнем безопасности.

В частности, в стандартах прописаны требования:

- подтверждения сертификации заданного уровня безопасности (SIL) для всех технических компонентов системы ПАЗ, а не только для контроллера;
- полной автономности системы ПАЗ от всех других систем данной АСУТП, то есть все ее средства (датчики, контроллер, исполнительный механизм, объединяющая их сеть), не должны реализовывать никаких посторонних для ПАЗ функций контроля и управления;

*Легче обогатиться тысячью добродетелей,
чем исправиться от одного недостатка.*

Жан де Лабрюйер

- питание средств системы ПАЗ должно быть отделено от других цепей и быть резервированным и т. д.

Естественно, что невыполнение этих требований и условий создает ложную картину достигнутой безопасности работы агрегата, тогда как риск аварий остается на недопустимо высоком уровне.

Необходимое содержание технического задания, касающееся системы ПАЗ, должно заключаться в конкретном требовании выполнения в техническом проекте действующих стандартов построения систем ПАЗ. В соответствии с этим требованием проектные организации должны перестроить свою работу по формированию систем ПАЗ и разрабатывать их в точном соответствии с действующими стандартами.

Автоматическое слежение за качеством функционирования контуров регулирования

Разрабатываемая система автоматизации в процессе ее эксплуатации должна иметь непрерывный автоматический мониторинг качества работы всех ее контуров регулирования, поскольку им проверяется эффективность текущего управления. Система мониторинга реализуется достаточно простыми алгоритмами слежения за отдельными текущими характеристиками систем регулирования и может быть программно реализована проектантами АСУТП или приобретена почти у всех зарубежных фирм, поставляющих распределенные системы управления.

Однако ни требований к наличию такого мониторинга в техническом задании, ни включение его в проект в виде покупного продукта или в виде разработанных проектантами программ в подавляющем большинстве внедренных АСУТП не существует. В то же время, имеющийся ручной контроль, реализуемый операторами, всегда неполный, не достаточно оперативный, а зачастую просто не выполняемый ввиду не особой заинтересованности операторов при отсутствии отдельного поощрения в реализации дополнительных функций контроля.

Необходимые программы мониторинга текущего качества работы контуров регулирования должны определять следующие показатели для каждого контура:

- текущую среднеквадратичную погрешность стабилизации регулируемой величины;
- долю времени нахождения регулирующего органа в крайних положениях;
- исправность регулирующего органа, определяемую его полным доведением до конечных положений;
- интервал времени, в течение которого контур регулирования отключен оператором.

При превышении этими показателями заданных норм должен выдаваться сигнал оператору о необходимости принятия соответствующих мер по исправлению наблюдаемой ситуации. Кроме того, все эти показатели должны документироваться и сохраняться в БД для последующего анализа.

*Прогресс имеет один недостаток:
время от времени он взрывается.*

Элиас Канетти

Мониторинг текущего состояния оборудования агрегата

Фактически работа каждого агрегата характеризуется не только технологическими показателями его производительности, качества, энергопотребления, но и состоянием его оборудования. Оно может не только ограничивать и ухудшать поддержание заданных технологических режимов, но и приводить к отдельным нештатным и даже аварийным ситуациям. Знание оператором текущего состояния оборудования позволяет ему принимать более рациональные управляющие решения и предотвращать и компенсировать возникающие и прогнозируемые его отказы. Ввиду этого целесообразно в создаваемых АСУТП предусматривать отдельные системы текущего мониторинга и прогнозирования состояния всех или наиболее ответственных единиц оборудования.

Однако только в небольшой доле рассмотренных технических заданий и проектов наблюдаются соответствующие требования и проектные проработки. В большинстве случаев мониторинг оборудования агрегата не считается прерогативой АСУТП, не включается в проект и не реализуется на практике.

В то же время ряд отечественных и многие зарубежные фирмы предлагают различные системы текущего контроля и прогнозирования состояния оборудования, которые могут быть встроены в АСУТП. На рынке имеются измерительные системы для контроля таких показателей состояния оборудования и прогноза их развития, как:

- виброскорость, виброперемещение и амплитуда вибрации вращающихся узлов;
- люфт, гистерезис и спектр шума движущихся деталей;
- давление и температура масла или охлаждающей жидкости подшипников;
- уровень масла, температура, сопротивление изоляции трансформаторов;
- появление и развитие коррозии резервуаров, труб и т. д.

Подавляющее большинство этих показателей не выделяют конкретно деталь или узел, ответственные

за отклонение от нормальной работы данной единицы оборудования, а являются косвенными характеристиками его износа. Также косвенными оценками текущего состояния многих типов оборудования являются автоматически определяемые изменения во времени оперативных показателей их работы, например, изменения во времени коэффициента полезного действия, производительности, мощности, расхода энергоресурсов и других величин.

Проведение частичной автоматизации технологического агрегата

На практике нередко проводится автоматизация не всего объекта, а только какой-либо его части. Подобная ситуация возникает при следующих обстоятельствах:

- замене или добавлении какого-либо самостоятельного технологического блока объекта;
- при модернизации отдельных подсистем контроля и управления объектом;
- при добавлении каких-либо технических или программных средств для расширения автоматизируемых функций АСУТП;
- при замене отдельных физически наиболее изношенных подсистем автоматизации из-за недостатка финансовых ресурсов для полной замены всей устаревшей системы автоматизации объекта (кстати, последняя ситуация наблюдается наиболее часто).

Подобная лоскутная автоматизация обычно проектируется достаточно изолировано от остальных имеющихся на объекте систем автоматизации, без учета связи, взаимодействия, влияния проектируемой системы на уже существующие подсистемы на данном объекте, поскольку никакие требования к этим взаимоотношениям не продуманы и не заложены в техническое задание, и соответственно, они не реализованы в проекте. Указанная ситуация затрудняет или исключает автоматический учет обобщающих показателей работы всего объекта и часто не позволяет автоматически согласовывать работу различных контуров управления без добавочных переделов в процессе эксплуатации системы.

При планировании подобных работ рациональнее провести их следующим образом:

- заранее продумать (независимо от имеющегося на эти работы ресурса) всю целесообразную модер-

Новогодний калейдоскоп

Если человек в состоянии посмеяться над собой, это говорит о его внутренней свободе.

Ч. Хаматова

Наш человек славится своим умением находить выход из самых трудных ситуаций, но еще более он славится своим умением находить туда вход.

Неизвестный автор

*Храни достоинство и честь, как дар Богов,
они заставят вызвать уважение врагов.*

В. Рычков

низацию и дополнение существующих на объекте средств и подсистем автоматизации;

- заложить общие требования к ним в создаваемое техническое задание;

- подразделить полную задачу модернизации и дополнения на последовательные этапы реализации, каждый из которых является достаточно самостоятельным по реализации, дает определенный эффект и закладывает фундамент для проведения следующего этапа;

- выделить первый, подлежащий непосредственному проектированию этап, который соответствует первоочередным потребностям и текущим финансовым возможностям предприятия;

- по первому этапу в техническом задании сформулировать полный набор конкретных требований, включая все необходимые свойства и характеристики взаимосвязи с подлежащими модернизации на дальнейших этапах средствами и подсистемами как в их существующем варианте, так и в вариантах их последующего совершенствования;

- разработать технический проект, соответствующий указанному в техническом задании первому этапу.

Приведенный способ разработки частичной автоматизации объекта не только позволит поэтапно модифицировать и расширить имеющееся АСУТП, но и послужит обоснованием для проведения дальнейших этапов автоматизации объекта, а также упростит их разработку.

Исключение фиктивных псевдотребований в технических заданиях и фиктивной их реализации в проектах

Удивительно, но в значительном числе технических заданий, далеко не полных по необходимым конкретным требованиям, прописаны невыполнимые, лишённые практического содержания, фиктивные требования. Некоторые примеры подобных требований, взятые из конкретных заданий, приводятся ниже.

1. Неправильные или пустые требования к надежности работы технических средств системы: "Число часов наработки на отказ контроллеров должно быть не менее..." или "Контроллеры должны обладать высокой надежностью".

В настоящее время ввиду высокой надежности электронных компонентов контроллеров их отказы весьма редки, и набрать необходимую статистику для расчета числа отказов производители за допустимое время не могут, поскольку это время зачастую превосходит интервал времени между модификациями самих электронных компонентов, поэтому эти настоящие объективные данные у них отсутствуют.

Требования по надежности целесообразно задавать только требуемыми косвенными показателями диагностики, тестирования, резервирования.

2. Не имеющие никакого содержания требования к определенным свойствам системы. Например,

"Срок эксплуатации системы должен быть ≥ 20 лет" или "Разрабатываемые пульта операторов должны быть комфортными".

Подобные "требования" к свойствам разрабатываемой АСУТП никакого влияния на проект и на саму систему оказать не могут.

3. Требования на соответствие российским ГОСТам: "АСУТП должна создаваться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- ГОСТ 34.602-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию и применению АСУТП в отраслях промышленности (ОРММ-3, АСУТП). Москва. ГКНТ. 1986 г.

- ГОСТ 21693-76. ГСП. Устройства регулирующие электрические аналоговые с импульсным и непрерывным выходными сигналами. Общие технические условия.

- ГОСТ 7192-89. Механизмы исполнительные электрические постоянной скорости ГСП.

- ГОСТ 24.703-85. Типовые проектные решения в АСУ. Основные положения.

- ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82). Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний.

- ГОСТ 26.010-80. Средства измерений и автоматизации. Сигналы частотные электрические непрерывные входные/выходные.

- ГОСТ 26.011-80. Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные/выходные.

- ГОСТ 26.013-81. Средства измерений и автоматизации. Сигналы электрические с дискретным изменением параметров входные/выходные.

- ГОСТ 26.014-81. Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические кодированные входные/выходные.

- ГОСТ 21.889-76. Система "человек — машина". Кресло человека — оператора. Общие эргономические требования.

- ГОСТ 21.889-76. Система "человек — машина". Зал и кабинеты операторов. Взаимное расположение рабочих мест.

С большой осторожностью и достаточно выборочно с точными указаниями пунктов отдельных стандартов следует требовать от проектировщиков выполнять имеющиеся ГОСТы по автоматизации, выпущенные в 80-х и 90-х годах прошлого столетия и еще ранее, поскольку:

- с одной стороны, подавляющая часть этих стандартов безнадежно устарела, так как выпущена еще до практического распространения современных микропроцессорных средств и даже по их наименованию (хотя большая их часть еще не отменена) видно, насколько они не отвечают текущему состоянию средств автоматизации;

- с другой стороны, по российскому законодательству обязательное следование ГОСТам давно перестало требоваться и применение определенных ГОСТов или их отдельных пунктов целиком лежит на предпочтениях и пожеланиях заказчика и проектанта.

В ответ на такого рода требования в проекте по ним обычно записывается, как говорил когда-то А. Райкин, "дурочка": "Все эти требования выполнены", хотя фактически, естественно, они не могут быть выполнены, и запись эта носит чисто формальную отписку.

Вместо заключения

Ниже приводятся некоторые, достаточно типичные реакции составителей технических заданий АСУТП и проектантов на отдельные критические замечания автора, касающиеся их конкретных разработок.

Реакция составителей технического задания на АСУТП на замечания автора

Замечание: "В техническом задании практически нет конкретных требований, одни общие фразы типа "АСУТП должна удовлетворять требованиям унификации".

Реакция: "Нужно в задании писать конкретные требования, ведь проектная организация давно выполняет проекты АСУТП для данных ТП и знает их лучше нас".

Комментарий. Ответ правильный, но именно отсутствие конкретных требований позволяет проект-

ной организации тиражировать свои разработки десятилетней давности, поскольку она заинтересована не столько в разработке современной АСУТП, сколько в экономии своего труда.

Замечание: "Почему в техническом задании нет требований к автоматическому контролю и диагностике работы контуров регулирования?"

Реакция: "Зачем это нужно, операторы сами следят за поддержанием режима, а никакой мотивации операторов за высокое качество регулирования нет".

Комментарий. Здесь комментарии излишни.

Реакция разработчиков технического проекта АСУТП на замечания автора

Замечание: "В проекте отсутствует автоматический расчет текущих ключевых показателей работы агрегата".

Реакция: "Ключевые показатели — это теория, а наша организация разрабатывает практически направленные проекты".

Комментарий. При таком понимании теории все приведенные в статье недостатки не имеют отношения к практической разработке АСУТП.

Замечание: "В проекте отсутствует диагностика работы датчиков и регулирующих органов, качества работы регуляторов".

Реакция: "У нас этого никто не требует".

Комментарий. Вот так взаимная нетребовательность затрудняет эффективное использование разрабатываемых АСУТП.

Ицкович Эммануил Львович — д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. Контактный телефон (495) 334-90-21.

Компания OWEN объявила о начале продаж генератора унифицированного сигнала тока РЗУ-420

Прибор предназначен для задания унифицированных сигналов тока 4...20 мА в процессе испытания систем автоматики, а также для контроля величины тока и напряжения.

Генератор унифицированного сигнала тока позволяет эмулировать работу аналогового выхода системы управления, а также имитировать сигнал прибора, измеряющего технологический параметр системы. Использование РЗУ-420 позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на многие рутинные операции при производстве пусконаладочных работ АСУ. Прибор выполнен в переносном исполнении корпуса и может работать как от пальчиковых батареек, так и от внешнего сетевого адаптера на 220 В.

Прибор обладает интуитивно понятным интерфейсом и имеет следующие возможности:

- Диапазон задания тока - 0...25 мА (по шкале с линейной зависимостью).
- Измерение таких параметров токовой петли, как ток I и напряжение U.
- Работа как от внешнего источника питания, так и от встроенного.
- Прибор позволяет производить как плавное задание тока с дискретностью 0,1 % шкалы, так и пошаговое задание тока каждые 1 мА.



- РЗУ-420 позволяет генерировать сигнал 4...20 мА в режиме функционального задания: меандр, пила, треугольник, синусоида. Переключение режима задания производится клавишей на лицевой панели прибора с постоянным отображением выбранного режима на дисплее.

- Прибор имеет индикацию обрыва токовой петли - загорается сообщение "обрыв" на ЖК-индикаторе.

- Дисплей прибора оснащен подсветкой для возможности работы в условиях с недостаточной освещенностью.

- Максимальная основная погрешность задания/измерения составляет всего $\pm 0,1\%$.

- Корпус прибора выполнен из ударопрочного пластика с уровнем пылевлагозащиты IP20.

- Является средством измерения (сертификат в процессе получения).

Прибор РЗУ-420 прошел всесторонне тестирование в условиях реальной работы и получил положительные оценки во всех технических проверках и тестах. Функциональность прибора, его эргономичность, а также простота работы с прибором и его невысокая стоимость делают РЗУ-420 незаменимым индивидуальным прибором каждого наладчика АСУТП.

[Http://www.owen.ru](http://www.owen.ru)