

Перевод
С. А. Кондратени



OIML
BULLETIN

VOLUME LXIII • NUMBER 3
JULY 2022

ТРЕБОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ СЧЕТЧИКАМ КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

Кристиан Мэстэр,
Швейцарский федеральный институт метрологии (METAS)

Аннотация

Интеллектуальные счетчики являются предметом многочисленных дискуссий. Несмотря на это, не существует общепринятого определения термина интеллектуальный счетчик. В контексте законодательной метрологии, наиболее важным аспектом является функция многотарифного учета электроэнергии. От правильности выполнения функции многотарифного учета электроэнергии зависят стоимость и, соответственно, доверие сторон, заинтересованных в результатах измерения. Поэтому для функции многотарифного учета необходимы требования законодательной метрологии. Другим аспектом, который часто обсуждается в контексте интеллектуального учета и защиты данных, является техническая реализация требования к доступности результатов измерения для всех заинтересованных сторон. Это требование не является исключительным для интеллектуального учета, как и требование долговременного хранения результатов измерений. Однако необходимость в современной реализации усиливается в связи с большим объемом данных, получаемых при использовании многотарифных счетчиков. Если однотарифные счетчики дают одно показание в год, то многотарифные счетчики электроэнергии дают одно показание в 15 минут – около 35 000 в год.

Введение

Внедрение интеллектуальных счетчиков коммунальных услуг и их влияние на многие аспекты нашей жизни подробно обсуждались и продолжают обсуждаться в самых различных контекстах. Однако общепринятого определения термина интеллектуальный счетчик не существует. Для основного определения требуется только двунаправленный, машиночитаемый интерфейс. Для других определений необходим интерфейс, кото-

рый может быть однонаправленным, для подключения к удаленной системе считывания. Согласно другому определению, интеллектуальный счетчик должен выполнять многотарифный учет, т. е. автоматически сохранять измеренные значения через регулярные промежутки времени, как правило, каждый час либо каждые 15 минут.

Эти два новых аспекта счетчиков коммунальных услуг имеют множество последствий как практических, так и юридических; лишь некоторые из них имеют отношение к законодательной метрологии. Например, вопрос о том, применим или нет регламент по защите данных, такой как Европейский GDPR [1], и что из этого следует, очень важен, но не входит в сферу действия законодательной метрологии. Цель законодательной метрологии состоит в том, чтобы все стороны, заинтересованные в измерении, в области регулирования законодательной метрологии могли быть уверены в результатах этих измерений (MID [2] Приложение I, первое предложение). Исходя из этой цели вытекают все остальные требования, например, требования к точности, а также требование предоставить доступ к значимым результатам измерения.

Во многих странах вся деятельность государства основана и ограничена законом [3, статья 5]. Поэтому необходимо определить, регулируются ли функции многотарифного учета регламентом, который применяется к средствам измерения. Например, если сферой регулирования являются приборы, измеряющие «активную электроэнергию», распространяется ли это автоматически на функцию многотарифного учета или необходимо отдельное регулирование? Для государств, попадающих под действие директивы MID, возникает следующий вопрос: гармонизирован ли регламент, охватывающий функцию многотарифного учета, в рамках директивы MID? Правильность

показаний многотарифных счетчиков зависит от правильности измерения основной величины. Однако необходимы дополнительные требования, например, к синхронизации, чтобы все стороны, заинтересованные в измерении, могли быть уверены в нем. Вопросы, связанные с многотарифным учетом, описываются в пункте 2. Функцию по обеспечению доступа к результатам измерения для всех сторон называют «отображением данных» без дальнейшего определения. Данный вопрос представлен в пункте 3. Долговременное хранение результатов измерения описывается в пункте 4.

Многотарифный учет Действующий регламент

Все стороны, которые заинтересованы в измерении, должны быть уверены в его результатах [2]. Когда используются показания многотарифного счетчика для начисления оплаты, включена также функция многотарифного учета. Законодательство в области метрологии для счетчиков коммунальных услуг обычно регулирует величины энергии и объема. В Европейском союзе законодательство в области метрологии для счетчиков коммунальных услуг, измеряющих активную электрическую и тепловую энергию, а также объемы газа и воды, гармонизировано с директивой MID. Многотарифные счетчики автоматически генерируют показания за каждый период регистрации. Период регистрации обычно составляет 15 мин или 1 ч и синхронизируется с официально-установленным временем таким образом, что один период каждый день заканчивается в полночь. Показания многотарифных счетчиков представляют собой серию из одного показания регистра общей энергии или объема за период регистрации. Существует и другая возможность – показать их первую производную, усредненную за период регистрации. На первый взгляд, измеряемой величиной является энергия или объем в первом случае и поток мощности или объемный расход во втором случае. Однако более тщательный анализ технической реализации показывает, что в обоих случаях измеряемой величиной является средний поток мощности или средний объемный расход. Средние значения берутся за фактический период регистрации. Любая энергия или объем, отображаемые в тарифных регистрах, являются результатом среднего значения умноженного на номинальный период регистрации. Поскольку измеряемой величиной является поток мощности или объемный расход, законодательство в области метрологии для многотарифных счетчиков не гармонизировано с директивой MID.

Технические требования

Многотарифный учет основан на трех основных величинах:

- энергия или объем;
- время работы устройства;
- продолжительность периода регистрации.

Все они влияют на измерения. Расчетная стоимость считается правильной только в том случае, если все основные величины измерены верно. Для того чтобы все заинтересованные стороны были уверены в результатах измерений, вышеуказанные величины должны соответствовать требованиям законодательной метрологии.

Многотарифные счетчики должны иметь суммирующее устройство кумулятивной величины, такой как энергия или объем, и отвечать соответствующим стандартным требованиям, предъявляемым к таким счетчикам. Это упрощает конструкцию и испытание, которое может быть основано на стандартных подходах и автоматизировано соответствующим образом. Кроме того, такое устройство может быть использовано для проверки потребителей. Класс точности для этой стандартной функции должен быть таким же, как и для функции многотарифного учета. При регистрации как интервального, так и общего потребления должны соблюдаться одинаковые значения MPE. Это дополнительное требование к разрешению тарифного регистра: измерение с целью проверки суммарного регистра может быть продлено на столько, насколько это необходимо, чтобы уменьшить влияние его ограниченного разрешения на неопределенность измерения [5]. Это вполне законно, поскольку тарификация длится в течение всего расчетного периода (обычно до года). Для тарифных регистров такая функция невозможна, поскольку период регистрации четко определен и короток. Это также не является допустимым, поскольку цена за единицу измерения меняется или может меняться от одного расчетного периода к другому, часто в два или три раза. Только если тарифный регистр соблюдает MPE за период регистрации, т. е. не берет средние значения за более длительные периоды времени, измерение может быть использовано в качестве основы для расчета стоимости. Время работы устройства должно быть синхронизировано с тем же эталоном, который используется коммунальным предприятием для определения соответствующей стоимости единицы измерения с переменным временем. Обычно это официально-установленное время. Отклонение времени работы устройства по отношению к официально-установленному времени не должно превышать заданный допуск. Общий допуск составляет 3 % от продолжительности периода регистрации. Например, 3 % от 15 минут составляет 27 с. Этот допуск кажется очень значительным, поскольку

современные технологии позволяют осуществлять гораздо более точную синхронизацию. В данном случае речь идет о балансе между неопределенностью синхронизации – насколько хорошо могут быть синхронизированы внутренние часы интеллектуального счетчика, частотой синхронизации – как часто должны синхронизироваться внутренние часы интеллектуального счетчика, и влиянием на стоимость как сильно меняется стоимость от одного интервала регистрации к другому.

Когда интеллектуальные счетчики не подключены постоянно к системам считывания, синхронизация может быть выполнена один раз в год при считывании показаний портативным терминалом. Между двумя последовательными считываниями внутренние часы счетчика работают в автономном режиме, вследствие этого могут накапливаться большие отклонения. Интеллектуальные счетчики с постоянным подключением к системам считывания показаний получают широкое распространение. Если они ежедневно синхронизируются с использованием современных технологий, то на практике время их устройств не будет отклоняться от официально установленного времени более чем на 1 с. Если правовыми нормами закреплено требование к рабочим характеристикам устройства, такое как «значение времени устройства не должно чрезмерно отличаться от официально установленного времени», это требование не нуждается в пересмотре при изменениях текущего состояния науки и техники, которое отражается в соответствующих гармонизированных стандартах.

Правильность времени устройства нельзя легко проверить во время поверки, поскольку для обеспечения синхронизации требуется наличие источника питания. Перед поверкой счетчик отключается и отправляется в поверочную лабораторию, что предполагает потерю электроэнергии на длительное время и может привести к потере синхронизации. Оправданным решением может быть отображение времени устройства на дисплее, метрологическая фиксация корректировок времени устройства в случае, когда для них используются чрезмерно высокие значения, например, путем сохранения сведений о корректировках на значения, превышающие 3 % периода регистрации в метрологически защищенном журнале, а также установка специальных пометок для всех данных, на которых могло сказаться отсутствие синхронизации. Чтобы избежать неправомерных корректировок с целью продления одних периодов регистрации и сокращения других, время устройства может синхронизироваться или корректироваться только один раз за период регистрации. В ходе регистрации выявляются случаи нестандартных и неправомерных корректировок. Продолжитель-

ность периода должна соответствовать определенным допускам. Они соответствуют требованиям к краткосрочной стабильности внутреннего источника синхронизации, например, кварцевого кристалла. Часто этот допуск является условным, так как при недостаточной краткосрочной стабильности синхронизация будет быстро потеряна. Пока синхронизация соответствует требованиям, данные могут использоваться для начисления оплаты. Нет никаких оснований для требования к краткосрочной стабильности. Однако, поскольку синхронизация не может быть проверена во время поверки, часто проверяется краткосрочная стабильность. Для счетчиков, предназначенных для автоматической проверки стабильности, например, путем регистрации всех процессов синхронизации, возможно с последующим сжатием данных, такие дополнительные поверочные испытания могут оказаться ненужными. В 2010 году WELMEC представила Руководство 11.2 по многотарифному учету [6]. Редакционная комиссия 2 подгруппы по электроэнергии WELMEC WG 11 в ближайшее время представит обновление с учетом накопленного за прошедшее время опыта. Несмотря на то, что многотарифный учет находится вне области регулирования директивы MID, руководство максимально основано на общих требованиях директивы MID, чтобы приборы, реализующие эти требования, не нуждались в кардинальных изменениях, если область регулирования директивы MID будет расширена.

Функции дисплея

Все стороны, заинтересованные в измерениях, должны быть уверенными в их результатах [2]. Это возможно только в случае, когда достоверный результат измерения доступен заинтересованным сторонам, иначе они не смогут сравнить его с предполагаемым результатом измерения, заявленным другой заинтересованной стороной. Например, коммунальное предприятие снимает результаты измерений со счетчика типа Ferraris каждый год 1 января и вводит их в свою систему учета. Результаты начала и конца расчетного периода будут напечатаны в квитанции, разница будет рассчитана и умножена на стоимость единицы измерения для определения стоимости к оплате. Потребитель может быть уверен в достоверности заявленной стоимости только в том случае, если он может быть уверен во всех составляющих ее элементах. Результат измерения, определенный при помощи измерительного прибора, соответствует требованиям законодательной метрологии и заслуживает доверия. Копия этого результата измерения может быть указана неверно, но у потребителя есть возможность сравнить ее с результатом измерения, представленным на из-

мерительном приборе. Указанная в квитанции стоимость к оплате, может быть неверной, но законодательство о декларировании цен (тарифов) обычно требует, чтобы она была доступна другим способом и у потребителя была возможность сравнить две стоимости.

Поэтому все стороны, заинтересованные в измерении, даже та, которая не является собственником прибора, могут быть уверены в правильности итоговой стоимости, поскольку они могут получить ее из достоверных источников информации. Такая степень уверенности является залогом эффективного функционирования современного общества; в противном случае его продуктивность была бы сильно снижена длительными дискуссиями и судебными разбирательствами по поводу правильности, например, результатов измерений. Побочным эффектом обеспечения прозрачности результатов измерения является то, что будет совершенно очевидно, если показания результатов измерения были намеренно изменены для выставления счетов. Таким образом, попытки мошенничества становятся совершенно бессмысленны.

Требования к характеристикам:

Должен быть указан юридически значимый результат измерения.

Показания должны быть четкими и недвусмысленными. Все стороны должны быть проинформированы о значении результата. Показания должны быть понятными в обычных условиях эксплуатации.

Любые дополнительные показания, которые могут быть ошибочно приняты за юридически значимый результат измерения, не допускаются. Это требование относится и к дистанционным показаниям, когда единственным юридически значимым результатом измерения является результат измерения, отображаемый на дисплее.

Представленные требования к характеристикам определены, например, в Директиве MID, Приложение I, пункт 10 [2].

Поскольку этих требований к характеристикам достаточно для достижения необходимой прозрачности, принцип пропорциональности [4] запрещает законодателю определять дополнительные требования, а именно подробные технические характеристики. Более подробная информация представлена в параграфе 25 директивы MID, что также объясняет, почему термин дисплей не требует четкого определения в директиве MID – явное определение может ввести непредусмотренные подробные технические спецификации. Это недопустимо и нарушает принципы директивы MID.

Практический вопрос, который лучше всего решать в рамках стандарта, как объясняется в Реко-

мендациях 25 и 26 MID, заключается в том, какие технические спецификации удовлетворяют требованиям к функциональности. Однотарифные счетчики коммунальных услуг имеют устройство считывания показаний простого типа, например, стрелочного, барабанного или жидкокристаллического в метрологически пломбируемом корпусе. Такие технические реализации могут быть приемлемыми.

Они могут быть открытыми – любая из сторон может сравнить результат измерения, указанный измерительным прибором, с соответствующим значением в квитанции и без необходимости доверять другой стороне.

Они заслуживают доверия, поскольку достоверность указанного результата гарантирована.

Они являются недискриминационными, если (и только если) ни одна из сторон не может заблокировать доступ к достоверной индикации результата измерения путем опечатавания интерфейса, установки пароля, требования наличия инструмента, который не может быть легко доступен другой стороне, или блокировки помещения, в котором установлен счетчик.

Последнее требование становится все более трудновыполнимым. Когда установка счетчиков в квартире потребителя нецелесообразна, они могут быть установлены в электрических шкафах с открытым доступом, в этом случае обычно нарушается законодательство о защите данных. Данную проблему можно решить путем закрытия доступа в шкаф, но в этом случае нарушается законодательство в области метрологии. Еще одна проблема, характерная для многотарифного учета, заключается в том, что на дисплее должны быть доступны все результаты измерений. При продолжительности периода регистрации равной 15 мин, каждые сутки записываются 96 показаний. Если, например, была признана приемлемой ситуация, в которой потребителю необходимо произвести не более 100 нажатий на клавиши, чтобы получить доступ к одной конкретной записи, и если предполагается, что на принятие решения о каждом таком нажатии и его выполнение у потребителя уходит 10 с, то для ознакомления со всеми имеющимися записями за одни сутки ему может потребоваться 26,5 ч. При такой оценке время на снятие и запись показаний считается незначительным и предполагается, что потребитель выполнит все нажатия клавиш без ошибок.

Очевидно, что не представляется возможным тратить более одного дня для считывания юридически значимых данных. Такая реализация не удовлетворяет требованиям к дисплею.

Другая техническая реализация требования к функциям дисплея директивы MID использует



Рис. 1. Современный «интеллектуальный» электрический счетчик (Linky)

современную технологию, которая хорошо зарекомендовала себя во многих областях повседневной жизни: цифровая подпись данных и инфраструктура открытых ключей. Если такая техническая реализация выбрана производителем, цифровая подпись должна быть применена в счетчике и являться частью оценки соответствия. Пакеты данных с цифровой подписью становятся юридически значимыми. Благодаря тому, что подпись пакетов данных делает любые попытки манипуляции с ними очевидными (подобно тому, как это происходит при нарушении целостности физической пломбы), эти данные могут передаваться по любым каналам и сохраняться на любых устройствах, в том числе в сети Интернет и в облачном хранилище. Техническая реализация в этой области может быть все еще нехарактерна – как и во многих других сферах повседневной жизни, таких как интернет-банкинг или сертификаты COVID. На функциональном уровне она ничем не отличается от установки счетчиков типа Ferraris в электрических шкафах. Электрические шкафы могут незаконно скрывать метрологические пломбы или даже дисплей, но не подлежат оценке соответствия в соответствии с MID.

В других сферах повседневной жизни данные с цифровой подписью являются общепринятыми, например, сертификат COVID-19 с QR-кодом с истекшим сроком действия.

Долговременное хранение результатов измерения

Стандартное требование для некоммерческих систем.

Когда измерительный прибор используется для некоммерческих целей в отсутствие одной из заинтересованных сторон, директива MID предусматривает фиксацию измерений с помощью надежных долговременных средств и представление результатов по запросу.

При многотарифном учете все показания интервалов имеют значение для выставления счетов. В случае судебного разбирательства они должны быть доступны для проверки. Если срок действия предписания составляет десять лет, нужно ли хранить все эти данные в счетчике в течение десяти лет, например, на жестком диске?

Опять же, принцип пропорциональности благоприятствует телеологическому подходу. Цель состоит в том, чтобы убедиться, что все стороны могут быть уверены в результатах измерения и что ни одна из сторон не может изменить результаты.

Стандартные технические решения могут служить руководством к действию. Например, традиционным решением для топливораздаточных колонок является счетчик, показывающий объем топлива, отпущенного с начала заправки. Данная информация очень изменчива. Как только начинается новая операция, счетчик сбрасывается. Другое приемлемое решение – сделать результат измерения доступным на бумажном носителе, например, на термопечатной бумаге, а не на дисплее. Это является приемлемой реализацией требований директивы MID к техническим характеристикам, однако долговременность термопечати очень ограничена.

Когда результаты измерений хранятся с цифровой подписью, долговременность лучше, чем при термопечати. Когда одна из сторон отсутствует, другая сторона не может избежать сброса счетчика после операции, которую она намерена оспорить. По этой и только по этой причине директива MID предусматривает, что измерение должно быть зафиксировано с помощью надежных долговременных средств, а подтверждение должно быть предоставлено по запросу. Любая другая причина не является основанием для отмены этого требования в присутствии всех сторон.

Независимо от того, присутствуют все стороны или нет, обе из них обязаны сохранить исходные данные, такие как предыдущую квитанцию или распечатку на случай возникновения сомнений в их достоверности. Если они решат не хранить эти доказательства, то утратят эту возможность. Другая сторона не может повлиять на этот выбор и даже не может знать об этом. Это не зависит



Рис. 2. «Долговременное хранение»: Квитанция с термопечатью, которая со временем может стать трудночитаемой

от технической реализации – в этом отношении одно решение не хуже другого. Если выбранная техническая реализация этого требования предполагает, например, хранение поставщиком архива всех соответствующих данных в течение требуемого срока, поставщик может не хранить архив так долго, как это необходимо. В этом случае, когда потребитель усомнится в счете, поставщик не сможет предоставить доказательства своих претензий. Если налоговые органы затребуют эти данные, поставщик не сможет их показать. Независимо от технической реализации, это не является и никогда не являлось вопросом законодательного метрологического регулирования, касающегося выпуска средств измерений на рынок. Поэтому нет необходимости реализовывать эту функцию в соответствии с законодательными метрологическими нормами, касающимися выпуска средств измерений на рынок. Без необходимости не может быть юридически обоснованной причины требовать такой реализации. Кроме того, требования по получению исходных данных не гармонизированы, поэтому директива MID не может удовлетворительно гармонизировать их реализацию.

Как и многие другие аспекты измерений, соответствие требованиям к правильному использованию средств измерений зависит от наличия соответствующих инструкций, касающихся правильной эксплуатации и любых специальных условий использования, которые должны быть

доступны пользователю, а также от соблюдения пользователем этих инструкций на практике. Оценка соответствия директивы MID и рыночный надзор могут проверить только пригодность инструкций, но не соблюдение их на практике. Последняя часть может быть проверена только общим надзором за используемыми приборами и требует соответствующих законодательных требований. Эти требования не гармонизированы директивой MID, касающейся выпуска на рынок средств измерений.

Переход к учету коммунальных услуг

Следуя тем же принципам, результат измерения должен быть доступен всем сторонам и в отношении счетчиков коммунальных услуг, включая многотарифные счетчики.

Цель состоит в том, чтобы убедиться, что все стороны могут быть уверены в результатах измерения и что ни одна из сторон не может изменить результат.

Стандартным решением для счетчиков электроэнергии является барабанный счетчик, показывающий энергию, измеренную с момента его производства. Данная информация очень изменчива. Как только измеряется больше энергии, значения меняются. Даже если потребление было остановлено для сохранения значения до тех пор, пока все стороны не смогут физически посмотреть на дисплей, невозможно доказать, что потребление действительно было остановлено.

Тем не менее, это решение полностью соответствует требованиям директивы MID и полностью принято обществом.

Поэтому оно может служить точкой отсчета: новые решения должны, по меньшей мере, соответствовать традиционным. Традиционное стандартное решение состоит в том, что изменяющийся отсчет копируется вручную как часть оформления счета.

Обычно потребитель может знать или предполагать, когда снимаются показания счетчика, учитывая, что значение показаний постоянно увеличивается (если только выработка электроэнергии не вычитается из потребленной энергии) проверить достоверность последнего значения показаний в квитанции. Из данного показания вычитается предыдущее показание, чтобы определить энергию, которую еще необходимо оплатить. Последнее значение постоянно сохраняется в предыдущей квитанции. Поэтому вполне допустимо хранить предыдущие данные только за пределами измерительного прибора. Современные технологии позволяют хранить подтверждение подлинности – цифровую подпись. Данное современное решение является более подходящим для достижения намеченной цели. Единственное концептуальное

различие между многотарифными счетчиками и другими счетчиками коммунальных услуг заключается в том, что показания синхронизируются автоматически. Хотя объем данных для многотарифных счетчиков намного больше, принцип тот же. Нет необходимости в требовании долговременного хранения интервальных показаний в измерительном приборе, когда для одностарифных счетчиков это вполне допустимо.

Более того, в соответствии с защитой данных, вполне возможно, что запрещено хранить больше личных данных, чем необходимо в счетчиках коммунальных услуг. Часто счетчики коммунальных услуг не очень хорошо защищены от физического доступа посторонних лиц, включая соседей.

Заключение

Интеллектуальные счетчики являются предметом многочисленных дискуссий и предоставляют множество новых функций. В контексте законодательной метрологии последствия являются незначительными, когда регламенты строго ограничены требованиями к характеристикам. Во многих странах к такому ограничению вынуждает принцип пропорциональности: если требования к характеристикам достаточны для того, чтобы все заинтересованные в измерении стороны могли быть уверены в результате этого измерения, то недопустимо, чтобы регламент распространялся дальше и определял подробные технические спецификации. Единственный принципиально новый аспект – это функция многотарифного учета. От правильности ее выполнения зависят стоимость и, соответственно, доверие сторон, заинтересованных в результатах измерения. Поэтому для функции многотарифного учета необходимы требования законодательной метрологии. Их можно определить как требования к характеристикам, которые применяются ко всем многотарифным счетчикам независимо от величины, которую они измеряют.

Еще один аспект, который часто обсуждается в контексте интеллектуального учета и защиты данных, заключается в подходящей технической реализации требования о предоставлении результатов измерения всем заинтересованным сторонам.

Это требование не является специфическим для интеллектуальных приборов учета, как и требование долговременного хранения результатов измерений. Однако необходимость в современных реализациях возрастает из-за большого количества данных, производимых многотарифными счетчиками. Если при применении одностарифных счетчиков фиксируется одно показание в год, то мно-

готарифные счетчики электроэнергии фиксируют одно показание каждые 15 минут, т. е. около 35 000 показаний в год. Дисплей необходим с целью сохранения доверия всех заинтересованных в измерении сторон. Это является функциональным требованием. Его техническая реализация может использовать современные технологии до тех пор, пока выполняется функциональное требование. А именно, она не должна создавать чрезмерную нагрузку на потребителя. Это относится как к современным, так и к стандартным решениям. Стандартные решения часто не отвечают требованиям метрологических регламентов или регламентов по защите данных, таких как GDPR Европейского союза. Поэтому даже для счетчиков коммунальных услуг без функции многотарифного учета современное решение стало неизбежным.

Вопрос долговременного хранения результатов измерений также стал предметом обсуждения с появлением интеллектуальных счетчиков. Стандартные решения, которые были приемлемы на протяжении более чем столетия, вполне могут использоваться и в будущем. Современные технологии способствуют повышению качества и надежности этих решений, однако это не является веской причиной для того, чтобы требовать замены стандартных решений на более сложные.

Список использованной литературы

1. Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC // Official Journal of the European Union L 119. – 2016. – P. 1–88.
2. Directive 2014/32/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of measuring instruments (recast) // Official Journal of the European Union L 96. – 2014. – P. 149–250.
3. Federal Constitution of the Swiss Confederation of 18 April 1999, SR 101.
4. Consolidated Version of the Treaty on European Union (TEU) // Official Journal of the European Union C 115. – 2012. – P. 13–45.
5. Mester, C. DC active electrical energy meters: Accuracy tests / C. Mester // To be published.
6. WELMEC Guide 11.2 Guideline on Time Depending Consumption Measurements for Billing Purposes (Interval metering).