

Программное средство, как элемент методики измерений (расчета)

В процессе всестороннего анализа установленных Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» терминов «измерение» и «методика измерений» обосновывается сущность понятия «программное средство», как элемента методики измерений (расчета). В этом случае аттестации должна подлежать методика измерений (расчета), а не отдельный ее элемент – программное средство, являющееся, по сути, лишь инструментом, реализующим совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения искомой величины.

Ключевые слова:

измерение, методика измерений, программное средство, валидация, верификация, аттестация.

**И.В.Пырков, Е.А.Иванов,
С.С.Полянцев**

(АО «ВНИИАЭС», г. Москва)

В.П.Ярына

(ФГУП «ВНИИФТРИ», п. Менделеево
Солнечногорского р-на Московской обл.)

В соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (102-ФЗ) [1] радиационный контроль (РК) объекта, выполняемый в целях оценки соответствия нормативным требованиям, проводится с использованием аттестованных методик (методов) измерений (МИ). Вместе с тем для достижения указанной цели наряду с аттестованными МИ применяются так называемые «аттестованные программные средства (ПС)».

Нередко «аттестованные программные средства» представляют собой «черный ящик» с закрытым для метрологической экспертизы алгоритмом расчета искомой величины, отсутствием возможности оценки бюджета неопределенности и суммарной неопределенности измерения (расчета) искомой величины. Такие «аттестованные ПС» подменяют «аттестованную методику (метод) измерений», что не только нарушает основополагающие требования 102-ФЗ [1], но может явиться

источником непредвиденных ошибок. Попытки отдельных специалистов и организаций «навести порядок» в этой области путем разработки особых требований к порядку аттестации ПС неизбежно наталкиваются на ряд противоречий, главным из которых является идеализация ПС и неоправданный перенос на них свойств, характерных для МИ – «за деревьями не видят леса».

Базовым понятием в 102-ФЗ (статья 2) является «измерение» (табл.1), трак-

туемое как «совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины». Следует обратить внимание, что такое же определение можно дать и термину «расчет». Совпадение формулировок этих понятий не случайно, так как они представляют различные аспекты одного процесса – процесса количественного определения искомой величины.

Получение результатов измерений на практике выполняется с использованием

МИ, в которой устанавливается совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает определение количественного значения искомой величины с установленными показателями точности (102-ФЗ, статья 2). Под «совокупностью операций» понимается набор связанных и упорядоченных между собой процессов, включающих порядок измерений (алгоритм расчета) искомой величины, описание конкретных условий измерений, перечень исходных

Табл.1. Основные понятия и определения.

Понятие		Источник
Измерение	Совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины	ФЗ РФ от 26.06.2008 №102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений»
Методика (метод) измерений	Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности	ФЗ РФ от 26.06.2008 №102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений»
Аттестация методик (методов) измерений	Исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям	ФЗ РФ от 26.06.2008 №102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений»
Метрологическая экспертиза	Анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном (обязательная метрологическая экспертиза) или добровольном порядке	ФЗ РФ от 26.06.2008 №102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений»
Сертификация	Форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров	ФЗ РФ от 27.12.2002 №184-ФЗ «О техническом регулировании»
Неопределенность измерений	Характеристика точности измерений искомой величины, определяющая разброс возможных при данном измерении значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине. В радиационном контроле неопределенность измерений оценивается как интервал вокруг измеренного значения величины, внутри которого с заданной вероятностью $P = 0,95$ находится действительное значение измеряемой величины	ГОСТ 8.638-2013 ГСИ. «Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения»
Результат радиационного контроля	Значение контролируемой для объекта радиационного контроля величины, определенное по результатам измерений в соответствии с принятой методикой, с оценкой неопределенности измерений (контроля).	ГОСТ 8.638-2013 ГСИ. «Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Основные положения»

(операционных) величин, алгоритм расчета неопределенности измерений и др.

Таким образом, понятие «методика (метод) измерений» включает в себя как экспериментальные, так и расчетные методики (методики расчета) определения значений искомых величин. При этом алгоритм расчета может быть реализован в виде отдельного программного средства.

Из вышесказанного следует, что понятие «методика (метод) измерений» является более широким понятием, чем программное средство, которое, если в этом есть необходимость, является элементом методики. Программное средство является всего лишь инструментом, реализующим расчетный алгоритм в виде компьютерного кода. Главное

требование к ПС – полное соответствие МИ. При этом вместо программного средства, как это было в недавние времена, с успехом могут выступать калькуляторы, логарифмические линейки и счеты, а также заранее полученные результаты определения искомой величины по используемой модели в виде номограмм, графиков, таблиц и др. (рис.1). В этом случае разница, по сравнению с использованием ПС, будет заключаться лишь в способе, оперативности и удобстве получения результатов на основе исходных данных и параметров модели расчета.

В соответствии с 102-ФЗ (статья 5) [1] аттестации подлежат «методики (методы) измерений». Программное средство, наравне с другими входящими в «совокупность

операций» элементами МИ, подлежит аттестации не в отдельности, а в составе МИ. Указанный подход много лет применялся и применяется в системе Росстандарта (ранее – Госстандарт РФ).

При проведении метрологической экспертизы МИ ключевую роль играют понятия «валидация» и «верификация» (табл.2).

Метрологическая экспертиза должна охватывать анализ результатов валидации методики – объективного подтверждения ее пригодности для конкретного предполагаемого использования. Валидация методики может включать в себя верификацию методики – подтверждение соответствия заданным требованиям, например, требованию адекватности выполненных структурной и параметрической

«Методика (метод) измерений»

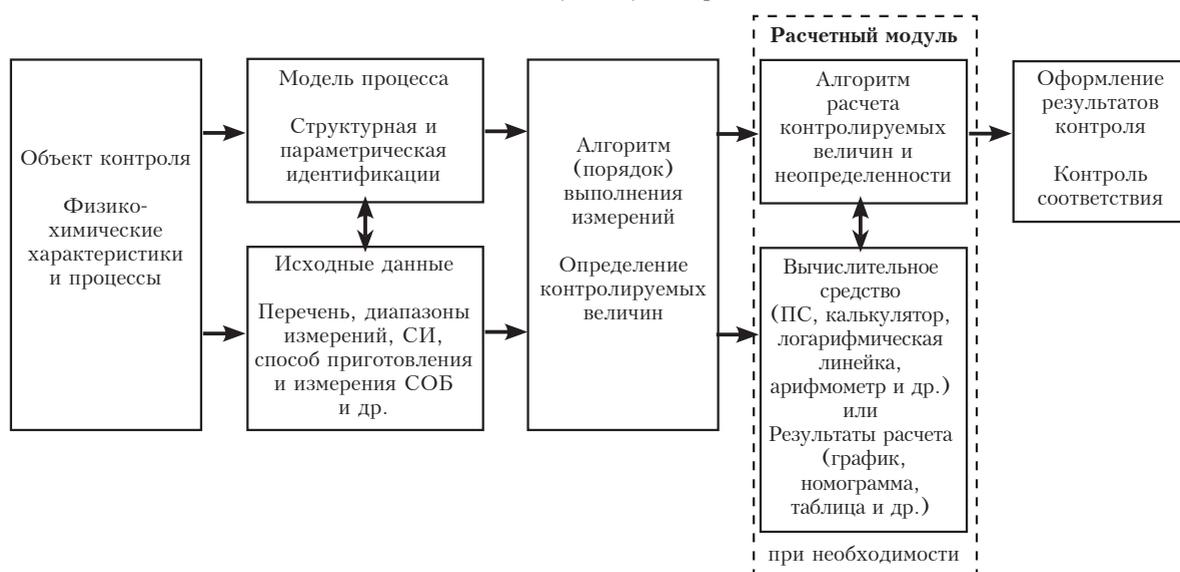


Рис.1. Общая схема (основные элементы) методики (метода) измерений.

Табл.2.

ВАЛИДАЦИЯ	ВЕРИФИКАЦИЯ	ИСТОЧНИК
<p>Подтверждение пригодности. Подтверждение получением объективных свидетельств, что требования для конкретного предполагаемого использования или применения были выполнены. <i>Примечание:</i> <i>Объективное свидетельство, необходимое для подтверждения пригодности, является результатом испытания или иных форм определения, таких как выполнение альтернативных расчетов или анализ документов.</i></p>	<p>Подтверждение соответствия. Подтверждение получением объективных свидетельств, что заданные требования были выполнены <i>Примечание:</i> <i>Объективное свидетельство, необходимое для подтверждения соответствия, может быть получено в результате контроля или иных форм определения, таких как альтернативные расчеты или анализ документов.</i></p>	ISO 9000:2015
<p>Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены <i>Примечание:</i> <i>Объективное свидетельство, необходимое для валидации, является результатом испытания или других форм определения, таких как осуществление альтернативных расчетов или анализ документов</i></p>	<p>Подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены. <i>Примечание:</i> <i>Объективное свидетельство, необходимое для верификации, может быть результатом контроля или других форм определения, таких как осуществление альтернативных расчетов или анализ документов.</i></p>	ГОСТ Р 9000:2015
<p>Валидация (аттестация): 1. Процесс определения пригодности продукта или услуги для удовлетворительного выполнения определенной функции. Валидация модели: процесс определения адекватности модели с точки зрения ее соответствия реальной системе, которая моделируется путем сверки основанных на данной модели и прогнозов с данными наблюдений, полученными на реальной системе. Валидация системного кода: оценка точности значений, прогнозируемых системным кодом, в сравнении с соответствующими экспериментальными данными для важных предполагаемых явлений. 2. Подтверждение на основе объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретной цели и использования или применения, выполнены.</p>	<p>Верификация (проверка) 1. Процесс определения соответствия качества или характеристик продукта или услуги тому, что предписывается, предопределяется или требуется. Верификация модели: процесс, имеющий целью определить, правильно ли отображает данная вычислительная модель искомую концептуальную модель или математическую модель. Верификация системного кода: анализ кодирования источника на предмет его соответствия описанию в документации системного кода. 2. Подтверждение на основе объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены.</p>	Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности, 2007 г.
Отсутствует	(Применительно к ПС) – обоснование возможности использования ПС в заявленной области применения и погрешности расчета параметров путем сравнения с экспериментальными данными, расчетными данными, полученными по другим ПС, результатами аналитических тестов, теоретического анализа.	РД-03-34-2000 [2]
Отсутствует	<p>Подтверждение экспертизой и представлением объективных доказательств того, что конкретные требования полностью реализованы. <i>Примечание: В процессе проектирования и разработки верификация связана с экспертизой результатов данной работы в целях определения их соответствия установленным требованиям.</i></p>	ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99

ской идентификации математической модели, положенной в основу методике, рассматриваемым физико-химическим

процессам и верификацию программного средства – объективного подтверждения соответствия программного

средства методике, а также правильности программирования и функционирования компьютерного кода.

При проведении метрологической экспертизы методики необходимо дать заключение о корректности оценки неопределенности измерений (расчета) искомой величины при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Результат измерения (расчета) с использованием аттестованной методики и/или реализующего методику ПС представляется в виде точечного количественного значения и соответствующего доверительного интервала.

Аттестацию методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования, проводят юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение аттестации МИ [1].

В соответствии со статьей 1 положения о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии [2] федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг в сфере технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений является Росстандарт. В соответствии со статьей 3 102-ФЗ [1] сфера государственного регулиро-

вания обеспечения единства измерений распространяется на осуществление деятельности в области использования атомной энергии.

В соответствии с постановлением Правительства РФ от 03.07.2007 № 412 [3] Росстандарт является одним из федеральных органов исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии.

В соответствии с [2] Росстандарт:

- реализует государственную политику Российской Федерации в сфере стандартизации (п.5.2.2);
- организует разработку документов национальной системы стандартизации (п.5.3.8);
- определяет общие метрологические требования к средствам, методам и результатам измерений (п.5.4.12);
- осуществляет межрегиональную и межотраслевую координацию деятельности в области обеспечения единства измерений (п.5.4.16).

В соответствии с предоставленными полномочиями, Росстандарт осуществляет аттестацию МИ в области радиационного контроля в соответствии с ГОСТ 8.638-2013 [4] и МИ 2453-2015 [5].

При аттестации МИ проводится метрологическая экс-

пертиза, в результате которой оцениваются неопределенность и ее составляющие, в том числе неопределенность применяемого алгоритма расчета, при необходимости реализованного в виде ПС.

В случае необходимости разработки ПС, реализующего алгоритм расчета аттестованной МИ, необходимо провести ее повторную аттестацию, включая верификацию разработанного в составе МИ программного средства.

Необходимо отметить, что подходы исполнительных органов государственной власти Российской Федерации к экспертизе программных средств довольно противоречивы, и использование термина «аттестация ПС» представляется крайне неудачным. Однако именно такой термин используется в системе Ростехнадзора, где в соответствии с РД-03-34-2000 [6] производится аттестация ПС без аттестации соответствующих методик.

Таким образом, согласно законодательству Российской Федерации, аттестации должна подлежать «методика (метод) измерений», а не отдельный ее элемент – программное средство, являющееся, по сути, лишь инструментом, реализующим совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения искомой величины.

Литература

1. Федеральный закон РФ от 26.06.2008 № 102. Об обеспечении единства измерений.
2. Постановление Правительства РФ от 17.06.2004 № 294 (ред. от 14.02.2017). О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии.
3. Постановление Правительства РФ от 03.07.2007 № 412. О федеральных органах исполнительной власти и уполномоченных организациях, осуществляющих государственное управление использованием атомной энергии и государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии.
4. ГОСТ 8.638-2013. Метрологическое обеспечение радиационного контроля. Стандартиформ, М., 2014.
5. МИ 2453-2015. Методики радиационного контроля. Общие требования. ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, 2015 (contact@consultant.ru).
6. РД-03-34-2000. Требования к составу и содержанию отчета о верификации и обосновании программных средств, применяемых для обоснования безопасности объектов использования атомной энергии. М.: Госатомнадзор, 2000 (contact@consultant.ru).

Software, as an Element of the Methodology of Measurement (Calculation)

Pyrkov Igor, Ivanov Evgeny, Poliancev Sergey (JSC «VNIAES», Moscow, Russia),
Yarina Vladimir (FGUP «VNIIFTRI», Mendeleev village, Solnechnogorsk district, Moscow region, Russia)

Abstract. In a comprehensive analysis process set by the Federal law of 26.06.2008 № 102-FL «On ensuring uniformity of measurements» definitions «dimension» and the terms «measurement procedure» settles essence of the concept «the facility» as an element of measuring method (calculating). In this case, the evaluation procedure should be subject to the measurement (calculation) methodology, and not its separate element – a software tool that is, in fact, only a calculation tool.

Key words: measurement, measurement technique, software, validation, verification, attestation.

И.В.Пыркков (к.т.н., гл.эксп.), Е.А.Иванов (к.т.н., с.н.с., зам.дир.),
С.С.Полянцев (гл.эксп.) – АО «ВНИИАЭС», г. Москва; В.П.Ярына (д.т.н., зам.нач.) –
ФГУП «ВНИИФТРИ», п.Менделеево Солнечногорского р-на Московской обл.
Контакты: тел.: +7 (495) 376-15-86; e-mail: Check2000@mail.ru.