

Разработка национального стандарта на требования к качеству и критериям тестирования программного обеспечения для расчетов уровня шума на местности

И.Е. Цукерников^{1,*}, И.Л. Шубин^{1,†}, Л.А. Тихомиров^{1,‡}, Т.О. Невенчанная²

¹НИИСФ РААСН Россия, 127238, Москва, Локомотивный проезд, д.21

²МГУП имени Ивана Федорова, Россия, 127550, Москва, ул. Прянишникова, 2А

(Статья поступила 10.11.2014; Подписана в печать 24.11.2014)

В настоящее время в России для ускорения и упрощения акустических расчетов внешнего шума используются разнообразные программные продукты как отечественной, так и зарубежной разработки. Зачастую при применении этих программных продуктов не представляется возможным проверить корректность реализации алгоритмов расчетов и правильность полученных результатов. В связи с этим в международной организации по стандартизации в 2012 г. поставлена тема по разработке стандарта, устанавливающего требования к качеству данных программных продуктов и регламентирующего критерии их тестирования. Аналогичная тема включена в план национальной стандартизации на 2013–2014 гг. В ее рамках разработан проект стандарта, который, позволяя бы оценить способ реализации в программном обеспечении используемых на территории Российской Федерации расчетных методик, и сделать сами расчеты максимально открытыми и прозрачными. В настоящем докладе описаны результаты выполненной работы, рассмотрены основные положения проекта стандарта. Рассмотрен также вопрос создания единого формата данных, который позволял бы синхронизировать и осуществлять перенос результатов и исходных данных между различными программными средствами.

PACS: 06.90

УДК: 006.73

Ключевые слова: программное обеспечение, защита от шума, стандартизация.

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки степени воздействия шума зачастую необходимо провести расчеты распределений уровней шума для больших пространств со сложной конфигурацией объектов. В настоящее время такие расчеты выполняют с помощью программных продуктов, разработанных отечественными и зарубежными фирмами. Используя специализированное программное обеспечение, пользователь может применить регламентированные методы вычисления шума на местности к простому и сложному сценариям распространения звука, а также изучать разновидности сценариев. Многие пользователи склонны слепо доверять результатам расчета, проведенного при помощи приобретенного программного обеспечения. Вместе с тем исследования показывают, что при выполнении расчетов с помощью программных средств, использующих одинаковые методики расчета, результаты могут существенно отличаться. Так в работе [1] выполнено сравнение результатов расчета автодорожного шума жилого района г. Москвы, полученных при использовании трех программных средств представленных на российском рынке. Полученные результаты различаются до 10,17 дБА. Поскольку в расчетах использованы одни и те же исходные данные, и в программных продуктах реализован один метод расчета, установленный ГОСТ 31293.2 [2], полученные расхождения, очевидно, связаны с различной реали-

зацией расчетного метода. При этом не во всех программных продуктах представляется возможным проверить способ реализации расчетного метода, промежуточные результаты и в конечном итоге точность выполнения расчетов.

Чтобы обеспечить точность и минимизировать расхождения в результатах расчета, полученных в различных программных средствах, НИИСФ РААСН разработана первая редакция национального стандарта на требования к качеству программного обеспечения. За основу принят немецкий стандарт DIN 45687:2006-05 [3], который использован при разработке аналогичных международных документов подкомитетом 1 технического комитета 43 «Акустика» Международной организации по стандартизации ISO/TC 43/SC 1 [4].

Разработанная редакция проекта стандарта устанавливает общие требования к программному обеспечению, документации разработчиков и к контролю над процессом выполнения расчетов. Кроме того рассмотрена концепция создания единого формата данных, который позволял бы переносить уже готовые расчетные модели и полученные результаты из одного программного продукта в другой. В проекте не предусмотрена разработка конкретных тестовых задач, которые позволяли бы оценивать точность получаемых результатов и способов реализации расчетных методик, а лишь приведены общие критерии оценки.

В проекте стандарта установлены конкретные требования к программам, использующим для вычисления методы расчета, регламентированные нормативными документами, под которыми в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119 [5] понимают правила, стандарты или иные документы, содержащие тре-

*E-mail: 3342488@mail.ru

†E-mail: niisf@niisf.ru

‡E-mail: niisf@mail.ru.

бования, рекомендации или правила для выполнения расчетов уровня шума на местности. В России такими документами в настоящее время являются ГОСТ 31295.2 [2], ГОСТ Р 53187 [6], ГОСТ Р 54933 [7] и ОДМ 218.2.013-2011 [8], регламентирующие методы расчета уровней шума вблизи предприятий и транспортных магистралей. В проекте стандарта приведена единая терминология, рекомендуемая для использования при проведении оценки точности расчетов.

1. СТРУКТУРА СТАНДАРТА

Проект содержит пять разделов, шесть приложений и библиографию.

В первом разделе определена область применения стандарта, в которой указано, что стандарт устанавливает требования к обеспечению качества программных продуктов, используемых для вычисления распространения звука на местности в следующих целях:

1. оценка шумовых критериев, например, для сравнения с предельными или нормативными значениями;
2. оценка возможных сценариев распространения звука;
3. проектирование и оценка мероприятий по защите от шума;
4. расчеты подобных случаев воздействия шума.

Стандарт предназначен для:

1. поставщиков, которые определяют требования для их программного продукта, создают описание продукта, оценивают продукт или делают заявление соответствия;
2. покупателей, которые хотят знать, отвечает ли работа программного обеспечения их требованиям;
3. пользователей, которые намерены получать выгоду от воспроизводимых результатов вычисления с контролируемой точностью, и от легких в использовании программных продуктов совместимых с другими программными продуктами и базами данных.

Во втором разделе даны нормативные ссылки, включающие в основном указанные выше стандарты [2,5–7].

В третьем разделе приведены определения специальных терминов, используемых в стандарте. Введено понятие точности результатов как отклонение результатов расчета от результата, полученного с эталонными настройками, который считается правильным

в соответствии с настоящим стандартом. Под эталонными настройками понимают настройки, при которых вариант расчета контрольных заданий/сценариев из соответствующего раздела, реализуемого программой нормативного документа, может быть выполнен в точном соответствии с этим нормативным документом. Правильным результатом является опорное значение, принятое в настоящем стандарте для оценки точности. Термин «правильный» означает правильную реализацию части нормативного документа, и его экстраполяцию, и то, что это может быть проверено с помощью определенного набора контрольных заданий/сценариев, под которыми понимают задания с известными промежуточными и окончательными результатами, разработанные уполномоченными органами в качестве приложений к нормативным документам.

Четвертый раздел содержит требования к качеству программных продуктов, включающие требования к описанию продукта, документации пользователя, используемым программам и данным.

В пятом разделе даны критерии оценки и подтверждения качества, содержащие как общие требования, устанавливаемые в соответствии с основополагающими стандартами в рассматриваемой области, так и требования к специальным тестам, формату используемых данных, журналу тестирования и декларации соответствия.

В обязательных приложениях А, Б, Г и Е установлены требования к структуре, объему и процедуре введения контрольных заданий и сценариев, которые следует применять для оценки правильности и полноты отражения положений реализуемого программным продуктом документа. Даны требования к форме декларации соответствия и специальным формам для описания реализации вводимых программным продуктом документов на методы расчета уровней шума на местности; к специальному интерфейсу данных. Приведены требования и критерии тестирования для статистического назначения пределов ожидаемых разностей уровней шума, получаемых при выполнении двух различных расчетов, как для группы единичных расчетных точек, так и для шумовых контуров. Дано правило определения значений квантилей 0,1 и 0,9, задающих точность выполняемых программным продуктом расчетов, и пример его реализации, замечания по определению неопределенности и распределение ответственности между производителем и пользователем программного продукта.

Справочные приложения В и Д содержат рекомендации к табличной и графической формам представления результатов как для случаев выполнения расчета для единичных расчетных точек, так и для расчета в пространственных областях, а также пример блок-схемы потока электронных данных, реализуемого в программном продукте.

Библиография содержит вспомогательные источники, на которые имеются ссылки в основном тексте стандарта.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Стандарт устанавливает ряд общих требований к производителю программного обеспечения в вопросах связанных с описанием продукта. К таким требованиям относятся описание используемых в программном комплексе расчетных методик и опций для обработки конкретных задач моделирования, а также эталонных настроек, при которых проводятся расчеты. В любом программном продукте допускается менять и настраивать существенное количество параметров, что может привести к отклонению от требований, указанных в нормативных документах, именно поэтому, действия пользователя, в том числе и изменение настроек, которые могут привести к этому, должны быть приведены в описании продукта. Вместе с тем практика работы с различными программными средствами, использованными в работе [1], показывает, что только в двух из трех программных продуктах, присутствует описание эталонных настроек, что касается детального описания механизмов реализации расчетных методик, то получить представление о них удалось, только обратившись непосредственно к разработчикам. Подробное описание параметров изменяемых пользователем со ссылками на нормативные документы приведено только в одной из рассмотренных программ.

Кроме того, разработчики программного обеспечения постоянно совершенствуют свою продукцию, внося в неё порой весьма существенные изменения. Пользователю очень важно понимать суть подобных изменений и быть проинформированным о них, поэтому в обязательные требования включен пункт о необходимости предоставления разработчиками подробной информации о внесенных изменениях. Необходимость этого требования так же подтверждена практикой, так как далеко не все программные средства позволяют получить исчерпывающие сведения о вносимых при обновлении изменениях. Так в одном из программных средств, использованных в работе [1], нет возможности посмотреть список внесенных изменений даже после установки обновления.

В проекте стандарта указано, что описание программ также должно содержать способы реализации используемых расчетных методик. Часто для ускорения проведения расчетов в программном обеспечении используются алгоритмы, отличные от тех, что описаны в расчетной методике. Очень важно, чтобы подобные алгоритмы были подробно и всесторонне описаны, а точность полученных с их помощью результатов была подтверждена.

3. ТРЕБОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

Поскольку большинство программных средств для акустических расчетов являются коммерческими продуктами, пользователю важно иметь не только общее

описание интересующей программы, но представление о функциональных возможностях программы. Именно с этой целью, в разрабатываемом стандарте выдвигается ряд требований к описанию функциональности.

К таким требованиям относится описание алгоритма расчета и взаимосвязи с требованиями используемого в программе нормативного документа, определяющего подходы к расчету. Важным является описание элементов расчета, их функциональности и взаимосвязи, а также способов обработки геометрических данных. Возможности программного обеспечения в части обработки данных могут существенно различаться для расчетных моделей различной величины и сложности, поэтому в описании должен быть приведен диапазон величин параметров, которые не ограничивают функциональность программы в варианте расчета. До сих пор подобную информацию можно получить, только обратившись с официальным письмом непосредственно к разработчику программного средства. И даже подобное обращение не гарантирует, что разработчик разъяснит способ реализации расчетной методики в своем продукте.

Для удобства описания функциональных возможностей программы разработаны табличные QSI формы, позволяющие наглядно представить возможности программы. В них производитель программы указывает для каждой важной части нормативного документа, соответствует ли программа при расчете с эталонными настройками этому нормативному документу. Аббревиатура QSI составлена из прописных букв английского понятия Гарантия качества для Программных продуктов для расчета Воздействий (Quality assurance for Software products for Immissions calculation). QSI форма представляется производителем программы в декларации соответствия как гарантия заявителя, что разработанное программное обеспечение соответствует указанным нормативным документам. При этом разъясняются любые принятые ограничения. В декларации соответствия производитель гарантирует также, что все контрольные задания/сценарии, связанные с нормативными документами, и выполненные при эталонных настройках, соответствующих этим нормативным документам, будут выполняться правильно и дадут результат, находящийся в допустимых пределах. Фрагмент QSI формы для программного обеспечения, использующего в качестве расчетной методики ГОСТ 31295.2, приведен в табл. 1.

Требования к функциональности программного средства устанавливают необходимость наличия эталонных настроек параметров и элементов расчета, заданных разработчиком, при которых выполняются все требования реализованного в программе нормативного документа. Расчеты, выполненные при эталонных настройках, считаются корректными, если это подтверждено тестовыми заданиями.

Требования надежности обеспечивают контроль за вводом задаваемых пользователями данных и настройкой параметров. Данными требованиями определяет

Таблица I: Фрагмент QSI формы для ГОСТ 31295.2

При эталонных настройках в данной программе можно выполнять расчеты	Да*	В ограниченной степени*	Нет*
с уровнями звука (относительно 500 Гц)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с уровнями звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63 Гц — 8000 Гц	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с точечными источниками	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с горизонтальными протяженными источниками	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с вертикальными протяженными источниками	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с протяженными источниками любой ориентации	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с горизонтальными распределенными по площади источниками	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с вертикальными распределенными по площади источниками	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с распределенными по площади источниками любой ориентации	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
с автоматическим разбиением протяженных и распределенных по площади источников с учетом:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
расстояния до расчетной точки	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
одинаковых условий распространения от всех участков до расчетных точек	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...

*Отметьте возможность применения; при необходимости отметьте индексом и дайте пояснения на дополнительной странице.

ся необходимость оповещения пользователя о том, что формат или величина данных, которые он вводит, некорректны, а также невозможность изменения эталонных настроек пользователем.

4. ТРЕБОВАНИЯ ПРАКТИЧНОСТИ

Приведенные в проекте стандарта требования устанавливают необходимость наличия логической схемы обработки данных и выполнения акустических расчетов. Подобные схемы позволяют пользователю понять принцип работы программы и как следствие лучше контролировать точность получаемых результатов и быстрее локализовать возможные причины неточностей. Так же должны быть описаны все возможности настройки программы под конкретные нужды пользователя, например связанные с точностью или скоростью расчета, доступные для выбранного расчета или установок программы.

Кроме того стандарт достаточно подробно описывает требования к программному обеспечению в части вывода информации. Указывается необходимость представлять окончательные и промежуточные результаты расчетов в виде таблиц разной степени подробности. Регламентируется выведение результатов в виде шумовых карт. Для тестирования исходных данных и лучшего понимания расчетов предъявляются требования к возможностям измерения расстояний.

На практике при сравнении результатов расчета, выяснилось, что получить промежуточные и подробные результаты расчета возможно только в двух из трех

рассмотренных программных средствах. При этом способ вывода подобной информации радикально различался, и в удобной для пользователя форме представлялась только в одной программе. Аналогичная ситуация проявилась и с картами шума. Каждое программное средство использует свою цветовую схему, условные обозначения, шкалы и легенду, которые невозможно привести к одному виду без значительных усилий со стороны пользователя. В то же время подобная разница в выводе информации существенно усложняет сопоставление результатов, полученных с помощью различных программных средств.

Так же уделяется необходимое внимание структуре и составу проектов, созданных при помощи программного обеспечения, с возможностью создания в одном проекте вариантов расчета с различными настройками.

5. ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ

Проект стандарта устанавливает общие требования к тестовым заданиям, определяющим точность проводимых при помощи программы расчетов. Точность расчетов при эталонных настройках гарантируется разработчиком и подтверждается выполнением утвержденных для расчетной методики тестовых заданий. При этом пользователь должен иметь возможность повторить тестовые задания для проверки точности.

В случае, если пользователь проводит расчет со своими настройками, отличными от эталонных, подтверждение точности полученных результатов должен предоставить пользователь.

Тестирование, проводимое разработчиком при эталонных настройках, должно точно соответствовать алгоритму расчета и арифметическим операциям нормативного документа и требует выполнения всех утвержденных контрольных заданий и считается успешно пройденной, если для всех заданий результат расчета находится в пределах интервала значений, установленного для контрольного задания.

Проект стандарта устанавливает критерии тестирования для статистического назначения разностей уровней, полученные при выполнении двух различных расчетов, например:

1. для сравнения пары расчетов, один из которых выполнен с эталонными настройками, а другой с настройками, отличными от эталонных, с целью определения точности расчета при настройках, отличных от эталонных;
2. для сравнения шумовых контуров, полученных в виде сглаженных функций интерполяцией уровней в точках сетки, с результатами вычисления в расчетных точках между этими контурами;
3. для сравнения двух вариантов с целью оценки воздействия шума или мер по его снижению;
4. для сравнения пары расчетов, выполненных с различными программными настройками.

6. ЕДИНЫЙ ФОРМАТ ДАННЫХ

В проекте стандарта также предусматривается введение единого формата данных, который позволил бы пользователям переносить результаты расчета из одной программы в другие. В условиях, когда на рынке представлен широкий спектр программного обеспечения для проведения акустических расчетов, введение единого формата может существенно облегчить сопоставление и проверку результатов пользователями, использующими различные программные средства.

Требования к единому формату данных продиктованы опытом [1]. Для проведения работы по сравнению результатов расчета в различных программных средствах, необходимо было задать одинаковые исходные данные. Основой этому послужило построение расчетной модели. В использованном при расчете районе было 119 зданий, 22 линейных источника шума, 12 расчетных точек. Поскольку каждая из программ использует свой уникальный формат данных, значительную

часть времени и усилий заняло построение идентичных расчетных моделей.

В качестве единого формата данных в стандарте используется QSI формат.

Для описания расчетной модели предполагается использовать QSI файл расчетной модели, содержащий в себе каталог с названиями и ссылками на QSI файлы объектов. QSI файл объектов в свою очередь содержит три файла со свойствами объектов и для обмена данными, как при расчете между различными частями одной расчетной модели, так и при переносе данных из одной программы в другую.

За основу, для единого формата был выбран шейп формат, разработанный компанией ESRI [9] и используемый в среде ГИС. QSI файлы объекта практически идентичны шейп файлам, за исключением следующих ограничений:

а) для описания геометрических объектов используются только точка в трехмерном пространстве, полилиния в трехмерном пространстве, полигон в трехмерном пространстве;

б) полигоны могут не содержать подструктуры, например, применительно к полигонам в трехмерном пространстве QSI файлов объекта: «NumParts=1».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на большое количество программ для проведения акустических расчетов, представленных на Российском рынке, в настоящее время нет нормативного документа, который бы регламентировал и устанавливал требования к программному обеспечению. В результате пользователи не могут быть уверены в точности результатов расчета и правильности реализации регламентированных методов расчета. Зачастую нет никакой возможности определить, как получен тот или иной результат. Разработка стандарта призвана внести порядок на рынок программного обеспечения для акустических расчетов, гарантировать точность получаемых результатов в пределах заданной неопределенности и корректность реализации расчетных алгоритмов, внести единообразие в способы вывода результатов.

Вместе с тем для достижения вышеуказанных целей недостаточно одного лишь этого стандарта. Необходимо так же тщательная работа по подготовке тестовых заданий/сценариев, которые позволяли бы объективно оценивать корректность реализации алгоритмов расчетных методик и точность получаемых результатов.

[1] Цукерников И.Е., Тихомиров Л.А. Сравнение результатов расчета автомобильного шума жилого района г. Москвы, полученных при использовании трех программных средств. Защита от повышенного шума и вибрации: Сб. докладов IV Всерос. науч.-практич. конференции с меж-

дународным участием, С. 409. (БГТУ, СПб, 2013).

[2] ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996) Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.

[3] DIN 45687:2006-05. Acoustics - Software products for the

- calculation of the sound propagation outdoors — Quality requirements and test conditions.
- [4] NWIP Acoustics — Software products for the calculation of noise outdoors — Quality requirements and test conditions. ISO/TC 43 / SC 1, Doc. № 1860, 2011-06-21, 53 p.
- [5] ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000. Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование.
- [6] ГОСТ Р 53187-2008 Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий.
- [7] ГОСТ Р 54933–2012 Шум. Методы расчета уровней внешнего шума, излучаемого железнодорожным транспортом.
- [8] ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. (М.: Технорматив, 2012). 116 с.
- [9] ESRI Shapefile Technical Description, Environmental Systems Research Institute, Inc. USA, July 1998.

Development of the national standard for quality requirements and test conditions of software products for calculation of the sound propagation outdoor

Tsukernikov I.E.^{1,a}, Shubin I.L.^{1,b}, Tikhomirov L.A.^{1,c}, Nevenchannaya T.O.²

¹*NIISF RAACS, 127238, Moscow, Russia*

²*Moscow State University of Printing Arts, 127550, Moscow, Russia*

E-mail: ^aa3342488@mail.ru, ^bniisf@niisf.ru, ^cniisf@mail.ru.

Currently in Russia to accelerate and simplify the acoustic calculations of the outdoor noise, used a variety of software products, both domestic and foreign developments. Often when using these products it is not possible to check the correctness of the implementation of the algorithms and the correctness of the obtained results. In this regard, the international organization of standardization in 2012 set a theme for the development of a standard that establishes requirements for data quality software products and regulatory criteria for their testing. A similar topic is included in the national plan of standardization for 2013 - 2014, In the framework developed draft standard, which would allow to evaluate the method implemented in the software used on the territory of the Russian Federation, calculation methods, and to do the calculations as open and transparent. This report describes the results of work performed, reviewed the main provisions of the draft standard. Also discussed the issue of creating a common data format, which would allow to synchronize and transfer of results and the original data between different software tools.

PACS: 06.90

Keywords: product software, noise protection, standardization.

Received 10.11.2014.

Сведения об авторах

1. Цукерников Илья Евсеевич — докт. техн. наук, профессор, заведующий лабораторией НИИСФ РААСН; тел.: (916) 466-41-72, e-mail: 3342488@mail.ru.
2. Шубин Игорь Любимович — докт. техн. наук, профессор, директор НИИСФ РААСН; тел.: (495) 482-40-60, e-mail: niisf@niisf.ru.
3. Тихомиров Леонид Александрович — инженер, младший научный сотрудник НИИСФ РААСН; тел.: (903) 252-12-43, e-mail: niisf@mail.ru
4. Невенчанная Татьяна Олеговна — докт. техн. наук, профессор, профессор кафедры МГУП; тел. (916) 466-41-72, e-mail: 3342488@mail.ru.