

Д. В. Сенновский¹, Т. Е. Троицкий-Марков¹¹ Технологический институт энергетических обследований диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»

ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ПРАКТИКИ ПРИМЕНЕНИЯ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассмотрены проблемы, связанные с тем, что Россия с большим опозданием вступила в процесс стандартизации наилучших доступных технологий (НДТ) и наилучших экологических практик. Однако именно поэтому есть возможность не слепо копировать европейские достижения, а проанализировать их плюсы и минусы и сделать соответствующие «безопасные усовершенствования». Предметом самого пристального внимания при создании стандартов должны стать процессы, обеспечивающие безопасное внедрение этих технологий и практик и надежное получение эффекта. В статье рассмотрены наилучшие практики внедрения. Наиболее перспективным и успешным подходом в решении этого вопроса является применение современных и достаточно доступных технологий имитационного моделирования. Прорывная технология использования универсальных динамических имитационных моделей для объектов внедрения НДТ способна дать существенное преимущество российской экономике.

Ключевые слова: устойчивое развитие, безопасность, наилучшие доступные технологии, лучшие практики, имитационное моделирование, динамическая модель, эталонная модель, прорывные технологии.

Безопасное развитие

С 70-х годов прошлого столетия и особенно в нынешнее время человечеству все настойчивее предлагается концепция так называемого «устойчивого развития». Ее главная идея заключается в приемлемости только такого прогресса, который происходит «с оглядкой» на будущее, то есть не усугубляет проблем с окружающей средой, достигающейся от нас в наследство нашим потомкам, так что «удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [1]. Эта идеология рассматривает в комплексе три объективно взаимосвязанных аспекта развития общества: социальный, экономический и экологический. Причем последнему (экологическому) уделяется особое внимание по нескольким причинам: с одной стороны, окружающая среда — главный ресурс, главное пространство и главный ограничитель развития человечества, с другой стороны, это самый трудно восстанавливаемый ресурс, а ее

ухудшение представляет наибольшую угрозу для сохранения цивилизации.

Наилучшие технологии

Европа, в свое время более всех испытывавшая последствия экологического кризиса, предприняла наиболее действенные меры по реализации этой концепции с поиском правильного понимания и обоснования приемлемых рисков. Одним из результатов этих поисков явилась весьма стройная система обмена сведениями о технологических новшествах и создания стандартизованных справочников экологически наилучших доступных технологий (НДТ). С 2015 года система НДТ стала активно внедряться и в России после принятия изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [2], хотя первые ГОСТы по этой теме приняты у нас в 2010—2011 гг. [3, 4]. Распоряжением Правительства РФ от 29.08.15 г. № 1678-р (п. 48) установлены и целевые показатели по утверждению отраслевых справочников НДТ (таблица).

Таблица. Целевые показатели по утверждению отраслевых справочников НДТ

Наименование ключевого события (2.2.) и ответственный за достижение цели	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год
Количество утвержденных отраслевых справочников НДТ на конец года. Ответственный: Росстандарт, заинтересованные федеральные органы исполнительной власти	10	22	48	48

Основными критериями отнесения какой-либо технологии к наилучшей, то есть соответствующей приемлемому уровню экологического риска, определены:

- экологическая результативность (минимальная вредность);
- техническая возможность реализации;
- экономическая целесообразность применения.

В целом метод описания НДТ достаточно проработан и показал хорошую эффективность в создании ориентиров повышения экологической безопасности для промышленных производств. К его достоинствам можно отнести также наличие подробных процедур оценки и верификации показателей, характеризующих технологию.

Наилучшая доступная (существующая) технология (НТД) — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг с условием технической возможности ее применения, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев охраны окружающей среды.

Справочники НДТ являются документами национальной системы стандартизации. Они разрабатываются для отраслевых промышленных объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду (высшая I категория опасности), и содержат:

- описания комплексных производственных процессов (технологий, методов с указанием основного технологического оборудования) от поступления или добычи сырья до отпуска готовой продукции, которые признаны в качестве НДТ для рассматриваемой категории отраслевых промышленных объектов;
- показатели выбросов/сбросов и потребления сырья/энергии, характеризующие данную НДТ.

Дополнительно могут указываться:

- методы, применяемые при осуществлении технологических процессов для снижения их негативного воздействия на окружающую среду и не требующие технического переоснащения, реконструкции объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду;
- оценка преимуществ внедрения данной НДТ для окружающей среды;
- сведения об ограничении применения данной НДТ;
- экономические показатели, характеризующие данную НДТ;
- сведения о новейших НДТ, в отношении которых проводятся научно-исследовательские

и опытно-конструкторские работы или осуществляется их опытно-промышленное внедрение.

Главная задача справочника — формирование прогрессивных норм допустимых выбросов, сбросов и других загрязнений окружающей среды от производственных процессов, оценка показателей допустимого технологического воздействия на окружающую среду, достижимых для хозяйствующего субъекта, с принятием на этой основе решения о целесообразности условий выдачи соответствующего комплексного природоохранного разрешения компетентным органом.

Справочник также может использоваться хозяйствующими субъектами при принятии решения о внедрении НДТ на конкретном объекте хозяйственной деятельности.

Надо отметить, что Россия достаточно поздно вступает в этот процесс формирования отраслевых справочников НДТ, благодаря чему имеется возможность не просто слепо копировать европейские достижения, но и анализировать плюсы и минусы и делать соответствующие «безопасные усовершенствования» для своей системы НДТ. Среди недостатков рассматриваемой системы можно назвать следующие:

- ограниченность применения и эффекта (рассматриваются только крупные законченные технологические циклы производственных процессов, негативно влияющих на окружающую среду, и исключительно результат непосредственного снижения воздействия на окружающую среду);
- эффект и потребление ресурсов определены только для «нормальных» условий, а не для реальных режимов применения НДТ (функционирование на протяжении жизненного цикла);
- не учитываются риски, связанные с надежностью функционирования и уязвимостью самой НДТ.

Например, количество выбросов CO₂ предприятиями энергетики может быть сокращено на доли процента за счет НДТ, применяемых на электростанциях, а может быть уменьшено в 2 раза за счет энергосбережения у потребителей. Однако эти последние технологии не относятся к НДТ и выпадают из экологического стимулирования.

Уровень воздействия на окружающую среду зависит не только от применяемой технологии, но и от практики ее применения. Использование одной и той же НДТ в различных эксплуатационных и организационно-управленческих условиях приводит к значительному разбросу получаемых результатов.

Эффективное применение НДТ на отдельных предприятиях (например, внедрение технологий

альтернативной энергетики) в масштабах района может привести к ухудшению экологической ситуации (электростанции, прежде обслуживавшие эти предприятия, станут работать в режиме повышенных потерь и выбросов).

Обеспечение надежного функционирования внедряемой НДТ и ее защита от вероятных внешних угроз может потребовать таких дополнительных усилий, что выводы справочника о технической возможности и экономической целесообразности рассматриваемой технологии окажутся несостоятельными.

Перечисленные выше недостатки известны и в европейской практике.

Обратим внимание: каждый европейский справочник содержит указания, что их цель — «точно отразить результат обмена информацией (о НДТ) и дать справочную информацию регулирующим органам власти, чтобы они учитывали ее при определении условий выдачи разрешений. Определение условий выдачи разрешения включает в себя учет местных факторов и особых условий площадки, таких как технические характеристики рассматриваемой установки, географическое местоположение и местные условия окружающей среды. В случае с существующими установками также должна учитываться экономическая возможность их модернизации. Даже цель по обеспечению высокого уровня защиты окружающей среды в целом часто предполагает принятие компромиссных решений <...>, и на эти решения часто влияют местные условия... Технологии и уровни <...> не могут быть с точностью соблюдены для каждой установки.» [5].

Итак, практика применения НДТ должна исходить не только из указаний стандартных справочников, но и из местных условий, внося соответствующие изменения в стандартное описание НДТ. В свою очередь, эти местные условия могут быть таковы, что может быть принято решение вообще о неприемлемости НДТ в конкретном случае.

Наилучшие практики на основе мирового опыта

То, что обязательно должно быть в системе применения НДТ, в чем накоплен богатый опыт международного сотрудничества и чего нет в России ни в экологическом законодательстве, ни в техническом регулировании — это своды наилучших практик.

В отношении к НДТ наилучшая экологическая практика — это наиболее эффективное и безопасное с экологической, экономической и социальной точек зрения, применение наилучшей доступной технологии в конкретных условиях. Именно такая практика и обеспечивает искомый приемлемый уровень риска при реализации безопасного развития.

Наилучшая практика может быть определена и в тех задачах и областях применения, в которых НДТ не используются (например, в комплексных методах неразрушающего контроля и технической диагностики).

В основном, наилучшей практикой является использование наиболее целесообразного сочетания мер и стратегий в области реализации определенной функции или выполнения поставленной задачи.

При определении того, какое сочетание мер представляет собой наилучшая экологическая практика, особое внимание должно уделяться:

- экологической опасности продукта и его производства, использования и конечного удаления;
- замещению менее загрязняющими видами деятельности или веществами;
- масштабам применения;
- потенциальным выгодам или угрозам для окружающей среды замещающих материалов или видов деятельности;
- прогрессу и изменениям в научных знаниях и концепциях;
- срокам внедрения;
- социальным и экономическим последствиям;
- принципу принятия мер предосторожности.

В качестве мер наилучшей практики в каждом конкретном случае могут применяться:

- предоставление информации и просвещение населения и пользователей относительно экологических последствий выбора определенных видов деятельности и продукции;
- разработка и применение сводов надлежащей экологической практики, охватывающих все аспекты деятельности в течение жизненного цикла продукта;
- обязательное информирование потребителей об экологических рисках, связанных с продуктом;
- экономия ресурсов, включая тепловую и электрическую энергию;
- обеспечение доступа населения к системам сбора и удаления отходов;
- отказ от использования опасных веществ или продуктов и накопления опасных отходов;
- утилизация, регенерация и повторное использование отходов;
- применение определенных экономических инструментов к видам деятельности и продуктам;
- создание системы лицензирования, включающей ряд ограничительных мер или запретов.

Стандарты (кодексы и библиотеки примеров) наилучших практик имеют распространение во всем

мире. Также как НДТ они являются результатом международного информационного обмена и, отражая лучший мировой опыт в решении конкретной задачи, как правило, включают:

- наименование сегмента, к которому относится данная практика;
- формулирование задачи, которую решила данная практика;
- описание условий, в которых реализована практика;
- описание комплекса мер, составляющих суть практики, включая примененные методы решения задачи и правовые основы, обеспечивающие ее решение;
- эффект, полученный от применения практики в указанных условиях.

Дополнительно в руководствах по применению наилучшей практики могут описываться:

- требования к технической оснащенности и обучению, необходимые для выполнения поставленных задач;
- методы обеспечения надежности и безопасности выполнения поставленных задач, в т.ч. предотвращения угроз со стороны противодействующих факторов;
- способы обеспечения гармонизации наилучшей практики в странах, ее применяющих;
- способы обмена накопленным опытом применения наилучшей практики.

При этом, как правило, указывается, что «возможны обстоятельства, в которых при помощи описанных методов невозможно будет достичь желаемого результата. В подобных обстоятельствах субъекты, применяющие руководство, могут вырабатывать альтернативные эффективные методы, которые могут широко распространяться среди правоприменительного сообщества» [6].

Тому, кто внедряет в своей деятельности описанную практику, приходится с точностью повторить все условия ее применения, иначе он сталкивается с неопределенным риском неполучения эффекта. Но точное повторение всех условий, во-первых, невозможно, во-вторых, требует таких кардинальных изменений объекта, которые часто бывают недопустимы, в-третьих, противоречит принципу осмотрительности и учета местных особенностей в применении надлежащей практики.

Постоянный мониторинг применения стандартов наилучших практик позволяет оперативно обобщать имеющиеся затруднения и успешный опыт и на основе их проводить необходимое совершенствование.

При попытках применить в России этот международный опыт стандартизации (пока только в сфере муниципального управления и управления финансами) зачастую из описания наилучших практик пропадает указание либо на условия, в которых реализована практика, либо на полученный эффект, либо на то и другое одновременно. Как правило, нет и подробных руководств по применению практики. Все это препятствует их эффективному внедрению.

Существенными препятствиями к внедрению имеющихся стандартов наилучших практик являются:

- отсутствие должной проверки заявляемого эффекта, в силу чего нет уверенности, что он получен целиком за счет данной практики, а не за счет других неуказанных факторов;
- отсутствие исследования зависимости получаемого эффекта от факторов, сопутствующих данному опыту, из-за чего возрастает риск неполучения заявляемого эффекта при внедрении практики;
- трудности получения объективной информации о применяемых практиках для выбора из них наилучших;
- трудности проведения испытаний и оценки надежности и уязвимости практик, т.к. в фактических условиях применения может не происходить ни угроз, ни отказов, ни экстремальных ситуаций ввиду их случайного характера.

Индивидуальные лучшие практики на основе эталонной модели

На пути к безопасному технологическому развитию мы располагаем:

- объектом определенного масштаба и заданной сложности, который по своим характеристикам не соответствует требованиям, к нему предъявляемым;
- предложениями по внедрению определенных новаций, например, НДТ;
- опытом успешного практического применения этих новаций на аналогичных объектах;
- «большой» неопределенностью величины показателей качества, надежности, эффективности и безопасности, которые будут достигнуты в результате реализации проекта по внедрению предлагаемых новаций с применением имеющегося опыта (будет ли достигнуто искомое соответствие предъявляемым требованиям?).

Запустив проект на реализацию, появляется уверенность, что можно компенсировать возможные потери, и авторы этой статьи считают этот риск допустимым. В противном случае, скорее всего, следует уменьшить уровень неопределенности.

Для решения этой проблемы тоже должна быть найдена наилучшая практика, удовлетворяющая следующим требованиям:

- 1) получение комплексной оценки состояния объекта и последствий реализации проекта во всех основных аспектах;
- 2) надежный контроль качества исходных данных;
- 3) безопасность процедур выполнения оценки (испытание, обследование, эксперимент) по отношению к объекту, людям, окружающей среде;
- 4) эффективность временных и финансовых затрат на выполнение оценки;
- 5) объективность и точность получаемых результатов оценок;
- 6) профессионализм оценки, основанный на использовании передового опыта, современных знаний и технологий.

Наиболее перспективным, если не единственным подходом к обеспечению обоснованности решений в таких случаях, а также к объективному выяснению причин их неработоспособности для условий конкретного объекта является применение современных и достаточно доступных технологий проведения вычислительных экспериментов.

На рисунке применительно к оценке состояния конструкций здания показана «глобальная» (определяющая) роль таких технологий в процессе обследования, формирования выводов и принятия решений. Речь идет о применении такой математической модели для сложного объекта (например, здания с его инженерией), которая бы достаточно адекватно и взаимосвязанно описывая различные процессы, проходящие в действительности с этим объектом и в этом объекте, позволила бы наглядно отследить, как будет изменяться его состояние в результате вносимых в модель изменений

конструкции, режимов использования и условий функционирования данного объекта.

Такие математические модели получили название имитационных, а метод, который позволяет их создавать, называется динамическим моделированием именно потому, что описывает процессы так, как они проходили бы в действительности, и отражает изменения состояния системы с течением времени. Метод этот на сегодня достаточно широко и хорошо освоен не только в разработке ядерного оружия, но и во многих областях науки, техники, экономики, социологии, управления, связанных с исследованием, проектированием [7], прогнозом и принятием решений.

С помощью этого метода мы можем, не прибегая к дорогостоящим, небезопасным и трудно реализуемым экспериментам в натуре (с жилым домом и его жильцами), а только используя сведения о натуре, результаты измерений, полученные с натуры и в лаборатории, и характеристики НДТ и наилучших практик выполнять на адекватной имитационной модели [8] в режиме вычислительного эксперимента любые тесты, исследования и прогнозы развития объекта. Выбирая мероприятия, задавая их последовательности и характеристики, корректируя параметры функционирования, наблюдая за поведением модели и анализируя полученные результаты расчета, мы реализуем в целом отбор индивидуальной лучшей практики для данного конкретного объекта. При этом, с одной стороны, проверяется техническая возможность и экономическая целесообразность применения оцениваемых вариантов данной практики с учетом требований безопасности и надежности данного объекта. С другой стороны, за счет адекватного воспроизведения моделируемых физических процессов обеспечивается высокая надежность (объективность и точность) получаемых выводов и оценок.



Рисунок. Место технологии проведения вычислительного эксперимента (имитационного моделирования) в арсенале методов оценки эксплуатационного состояния объекта

Для проверки текущего фактического состояния реального объекта создается базовая модель. А для сопровождения развития объекта — эталонная модель (с учетом применения индивидуальной лучшей практики), на основе которой производится сопоставление фактически достигнутых показателей функционирования с целевыми показателями проекта и выяснение причин выявленных отклонений. Таким образом, эталонная модель является средством не только прогнозирования состояния объекта, но и управления им.

Согласно стандарту РАЭСКО СТО 001-2014 «Измерения и верификация энергетической эффективности», применение имитационных моделей является одним из основных методов при прогнозе последствий внедрения мероприятий энергосервиса. Метод создания имитационной модели объекта для измерения и верификация энергетической эффективности по мнению разработчиков стандарта РАЭСКО универсален. Его «...можно использовать для оценки эффективности реализации на объекте всех энергосберегающих мероприятий <...>. Однако инструменты метода для моделирования дают возможность оценить также экономию, связанную с каждым энергосберегающим мероприятием в рамках реализации большого количества отдельных энергосберегающих мероприятий». Метод может быть успешно применен даже в случаях, когда «данные о базовом потреблении энергетических ресурсов не существуют или недоступны» или «слишком трудны или дороги» в получении другими методами. Кроме того, рассматриваемый метод «является основным методом измерения и верификации энергетической эффективности для оценки энергетически эффективных новшеств при проектировании новых объектов». Аналогичные преимущества метода отмечены также в ГОСТ Р 56743—2015 [10].

До недавнего времени применение имитационного моделирования сдерживалось сложностью процесса создания модели для каждого объекта или задачи. Например, динамическая модель многоквартирного дома (МКД) при запуске вычислений должна решать целый комплекс взаимосвязанных систем уравнений (всего около 80 тысяч), описывающих:

- взаимодействие всех основных наружных ограждающих конструкций МКД с окружающей и внутренней средой;
- теплоинерционные свойства внутреннего объема МКД;
- режимы работы водяной системы отопления, узлов автоматики и регулирования;
- температурно-влажностной режим состояния ограждающих конструкций;

- динамику процессов воздухообмена, горячего водоснабжения и электропотребления, а также прочие внутренние тепlopоступления, характерные для МКД, и тепlopоступления от солнечной радиации (инсоляция) и их изменения в сезонном суточном цикле;
- динамику экономической эффективности мероприятий, прогнозируемого потока инвестиций, изменения энергозатрат и прочих текущих затрат при эксплуатации здания за время его жизненного цикла.

Однако даже в этом случае удается создать стандартизованную универсальную динамическую модель [11], в результате чего задача ее математического описания и создания с пользователя полностью снимается (задача уже решена разработчиками и реализована в программном модуле). Пользователю остается лишь настроить модель на параметры конкретного объекта. А это доступно любому инженеру и специалисту, имеющему обычную профессиональную подготовку и квалификацию.

Таким образом, внедряя наилучшие доступные технологии с учетом наилучших практик их применения через формирование еще более лучшей оптимизированной индивидуальной практики, проверенной на эталонных моделях конкретного объекта внедрения, мы получаем сквозную систему безопасного технологического развития, удовлетворяющего не только нашим сегодняшним интересам, но и потребности будущих поколений.

Применение имитационной модели объекта, по сути, позволяет исследовать и диагностировать не только его настоящее, но также прошлое и будущее состояние. Описанный метод дает возможность, опираясь на ограниченный набор измеряемых параметров, получить комплексные оценки даже таких характеристик и показателей, которые вообще не поддаются прямым измерениям. При этом обеспечивается требуемая точность, объективность и достоверность результатов оценки, прозрачность и воспроизводимость процесса их получения, снижение временных и финансовых затрат на всех стадиях работ. При построении индивидуальной лучшей практики это очень важно для принятия решений об инвестициях в конкретные проекты.

Вывод

Использование прорывной технологии универсальной динамической имитационной модели в стандартизации процессов безопасного развития способно дать существенное преимущество российской экономике, несмотря на имеющееся отставание в применении НДТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наше общее будущее: доклад Междунар. комиссии по окружающей среде и развитию в 1987 г. — М.: Прогресс, 1989.
2. Об охране окружающей среды [Текст]. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N7-ФЗ.
3. ГОСТ Р 54097—2010 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации.
4. ГОСТ Р 54202—2010 Ресурсосбережение. Газообразные топлива. Наилучшие доступные технологии сжигания.
5. Комплексный контроль и предотвращение загрязнений окружающей среды: справочник по наилучшим доступным технологиям для крупных топливосжигающих установок / пер. с англ. — 2009.
6. О руководстве по наилучшей правоприменительной практике при проведении проверок технических средств контроля, обеспечивающих регистрацию информации, в рамках осуществления проверок на дорогах и в авторизованных мастерских: рекомендация Европейской Комиссии 2009/60/ЕС от 23 января 2009 г.
7. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1—2010 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
8. Волон, Г.Я., Зуев, В.И., Сенновский, Д.В., Троицкий-Марков, Т.Е. Лучшая практика экспресс-энергоаудита зданий на основе динамической имитационной модели // Наука и Безопасность. — 2014. — № 2 (11), июнь.
9. Стандарт РАЭСКО СТО 001-2014 Измерения и верификация энергетической эффективности.
10. ГОСТ Р 56743—2015 Измерение и верификация энергетической эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов.
11. Программа динамического моделирования функционирования многоквартирного дома (русск. МОДЕЛЬ-МКД, англ. MODEL-AB). Свидетельство государственной регистрации № 2014610876 от 17.01.2014 г.
12. Батьковский М.А., Коновалова А.В., Большакова Е.А., Фомина А.В. Методика оценки инновационных кластерных проектов в высокотехнологичных отраслях // Вопросы радиоэлектроники. — 2015. — № 10. — С. 127—144.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сенновский Дмитрий Вадимович, зам. генерального директора «Технологический институт энергетических обследований диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»».

Троицкий-Марков Тимур Евгеньевич, председатель совета директоров «Технологический институт энергетических обследований диагностики и неразрушающего контроля «ВЕМО»».

For citation: *Voprosy radioelektroniki*. — 2016. — № 5. — P. 80—86.
D. V. Sennovsky, T. E. Troicky-Markov

JUSTIFICATION OF PRACTICES THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGY

The problems, related to that Russia with a large delay entered into the process of standardization of the best accessible technologies (BAT) and the best ecological practices, are considered in this article. However for this reason there is possibility not blindly to copy the European achievements, but to analyse pluses and minuses and do corresponding «safe improvements». At creation of standards processes providing safe introduction of these technologies and practices and reliable receipt of effect must the article of the most intent attention become in particular. The question, thus, is about the best practices of introduction. The most perspective and successful approach in the decision of this question is application of modern and accessible enough technologies of imitation design. Breach technology of the use of universal dynamic simulation models for the objects of introduction of BAT is able to give substantial advantage to the Russian economy.

Keywords: steady development, safety, the best accessible technologies, the best practices, imitation design, dynamic model, standard model, breach technologies.

REFERENCES

1. Nashe obshee budushee: doklad Mezhdunar. komissii po okruzhayushei srede i razvitiyu v 1987 g. — M.: Progress, 1989.
2. Ob ohrane okruzhayushei srede [Tekst]. Federal'nyi zakon ot 10 yanvarya 2002 g. N7-FZ.
3. GOST R54097—2010 Resursosberezhenie. Nailuchshie dostupnye tehnologii. Metodologiya identifikatsii.
4. GOST R54202—2010 Resursosberezhenie. Gazoobraznye topliva. Nailuchshie dostupnye tehnologii szhiganiya.
5. Kompleksnyi kontrol' i predotvrashchenie zagryaznenii okruzhayushei srede: spravochnik po nailuchshim dostupnym tehnologiyam dlya krupnykh toplivoszhigayushih ustanovok / per. s angl. — 2009.
6. O rukovodstve po nailuchshei pravoprimenitel'noi praktike pri provedenii proverok tehnikeskikh sredstv kontrolya, obespechivayushih registratsiyu informatsii, v ramkah osushestvleniya proverok na dorogah i v avtorizovannykh masterskikh: rekomendatsiya Evropeiskoi Komissii 2009/60/EC ot 23 yanvarya 2009 g.
7. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1—2010 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings
8. G. Ya. Volov, V. I. Zuev, D. V. Sennovskii, T. E. Troickii-Markov. Luchshaya praktika ekspress-energoaudita zdaniy na osnove dinamicheskoi imitatsionnoi modeli // Nauka i Bezopasnost'. — 2014. — № 2 (11), iyun'.
9. Standart RAESKO STO 001-2014 Izmereniya i verifikatsiya energeticheskoi effektivnosti.
10. GOST R56743—2015 Izmerenie i verifikatsiya energeticheskoi effektivnosti. Obshnie polozheniya po opredeleniyu ekonomii energeticheskikh resursov.
11. Programma dinamicheskogo modelirovaniya funkcionirovaniya mnogokvartirnogo doma (russk. MODEL'-MKD, angl. MODEL-AB). Svidetel'stvo gosudarstvennoi registratsii № 2014610876 ot 17.01.2014 g.
12. Batkovsky M.A., Konovalova A.V., Bolshakova E.A., Fomina A.V. Voprosy radioelektroniki, 2015, 10, pp. 127—144.

AUTHORS

Sennovsky Dmitry, Deputy Director General of «Technological Institute of Energy diagnostic tests and non-destructive testing «ВЕМО»».

Troicky-Markov Timur, Chairman of the Board of Directors of «Technological Institute of Energy diagnostic tests and non-destructive testing «ВЕМО»».