

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ИСПЫТАНИЯМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Ризаева Юлия Николаевна, д.т.н.

ФГБОУ ВО «МИРЭА-Российский технологический университет»

rizaeva.u.n@yandex.ru

Торопов Николай Юрьевич

ФАУ «РОСДОРНИИ»

toropov@rosdornii.ru

Аннотация. Широкое внедрение интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования и улично-дорожных сетях населенных пунктов выявило проблемы, связанные с техническим регулированием процессов их создания и эксплуатации.

Отсутствие нормативных методических подходов, недостаточность и фрагментированность нормативно-технической базы для организации испытаний интеллектуальных транспортных систем не позволяет проводить оценку соответствия функционирования интеллектуальных транспортных систем предъявляемым требованиям.

Целью статьи являлась разработка общего алгоритма подготовки и проведения испытаний интеллектуальных транспортных систем. В ходе исследования применялся метод системного анализа. В ходе работы была исследована нормативная правовая база Российской Федерации для создания оценки соответствия и предложены методические подходы к валидации методов и результатов испытаний интеллектуальных транспортных систем.

Полученные результаты позволят сформировать нормативно-техническую базу для создания системы оценки соответствия функционирования интеллектуальных транспортных систем.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, испытания, метод, валидация, оценка соответствия.

Интеллектуальные транспортные системы являются приоритетным направлением научно-технологического развития Российской Федерации¹.

В основном документе стратегического планирования транспортной отрасли² указано, что интеллектуальные транспортные системы (ИТС) являются необходимым условием развития магистральной инфраструктуры агломераций.

В Концепции создания и функционирования в Российской Федерации национальной сети ИТС на автомобильных дорогах общего пользования³ особое внимание уделяется контролю качества и устойчивости функционирования элементов национальной сети ИТС.

¹ Указ Президента РФ от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий»

² Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года»

³ Концепция создания и функционирования в Российской Федерации национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования, утвержденной распоряжением Минтранса России от 30.09.2022 № АК-247-р

По мере увеличения количества элементов ИТС на автомобильных дорогах Российской Федерации и возрастании роли ИТС в организации и безопасности дорожного движения, повышаются требования к качеству информации, предоставляемой ИТС. Основными условиями, характеризующими качество такой информации, являются: полнота, достоверность и своевременность. Причем исполнение данных условий непосредственно влияет на безопасность транспортного комплекса и участников дорожного движения. Снижение качества информации от ИТС может существенно повысить социальные и транспортные риски при эксплуатации автомобильных дорог. Таким образом, при функционировании ИТС возникает риск причинения вреда жизни или здоровью людей, имуществу, окружающей среде.

С учетом того, что ИТС создаются и эксплуатируются в основном учреждениями, подведомственными органам государственной власти, за средства государственного или муниципального бюджета, необходимо нормативное закрепление основных требований к характеристикам и целевым функциям ИТС, а также оценке их соответствия для предупреждения действий исполнителя проекта ИТС, вводящих в заблуждение заказчика.

В России основным документом технического регулирования, устанавливающим обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования, является технический регламент, принятый нормативным правовым актом Российской Федерации или Росстандарта⁴.

По области применения наиболее близким для ИТС является Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог»⁵. В нем установлены минимально необходимые требования безопасности к автомобильным дорогам и дорожной деятельности, а также формы и порядок оценки соответствия этим требованиям.

Но, ИТС в данном техническом регламенте представлена в виде отдельных элементов обустройства автомобильных дорог: дорожные светофоры, табло с изменяющейся информацией. Также, применение этого технического регламента ограничено дорожной деятельностью на автомобильных дорогах и не распространяется на улицы населенных пунктов. Таким образом, даже при внесении в этот технический регламент объектов технического регулирования, относящихся к компонентам ИТС, под его действие не попадет значительная часть ИТС, созданных в населенных пунктах – городах и городских агломерациях.

Так как основой для выполнения технических регламентов являются документы по стандартизации, то решением данной проблемы может быть подтверждение соответствия объектов испытаний ИТС требованиям документов по стандартизации. Тем более, что есть соответствующий правовой механизм, предусмотренный в статье 46 Федерального закона № 184-ФЗ и состоящий в том, что федеральные органы исполнительной власти в определенном порядке могут вносить в свои нормативные документы обязательные требования к продукции и связанным с ней процессам. После экспертизы комиссии по техническому регулированию, в которую входят представители как государственной власти, так и научных, общественных, некоммерческих организаций, продукция, к которой предъявляются требования по обязательному подтверждению соответствия, включается в единый перечень и утверждается нормативным правовым актом Российской Федерации⁶.

⁴ Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

⁵ ТР ТС 014/2011 «Технический регламент Таможенного союза. Безопасность автомобильных дорог»

⁶ Постановление Правительства РФ от 23 декабря 2021 г. № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 г. N 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»

В этом едином перечне установлены наименования как продукции, так и документов по стандартизации, которые устанавливают требования к самой продукции и методам ее испытаний.

С принятием в 2015 году соответствующего федерального закона⁷ стандартизация в Российской Федерации стала рассматриваться не только как часть системы технического регулирования, обеспечивающая безопасность продукции, но также возросла роль стандартизации в процессах технического переоснащения и модернизации производства, внедрения инновационных технологий, развития реального сектора экономики за счет применения наилучших практик.

Основным принципом стандартизации в Российской Федерации является добровольность применения документов по стандартизации, но для обеспечения безопасности дорожного движения сделаны определенные исключения⁸. В первую очередь это связано с применением стандартов для целей технического регламента и обеспечения безопасности дорожного движения.

Таким образом, создание системы оценки соответствия компонентов ИТС как объектов испытаний, возможно на основе действующих нормативных правовых документов.

Деятельностью по стандартизации в области ИТС занимается в первую очередь профильный технический комитет по стандартизации № 57 «Интеллектуальные Транспортные Системы», но работы также ведутся в рамках деятельности таких технических комитетов, как ТК № 164 «Искусственный интеллект», ТК № 418 «Дорожное хозяйство» и ТК 56 «Дорожный транспорт». Однако, по состоянию на 2025 год, следует отметить слабую проработанность нормативно-технической базы ИТС, особенно – относящейся к объектам и процедурам испытаний. Так из 70 действующих документов по стандартизации в области ИТС только 8 стандартов в той или иной мере описывают процедуры и методы испытаний, причем все они относятся к испытаниям систем помощи водителю транспортных средств.

В соответствии с федеральным законодательством Российской Федерации испытание является одной из главных форм оценки соответствия⁹.

Под испытанием понимается¹⁰ экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него в процессе функционирования, моделирования и (или) иных воздействий. Если воспользоваться классификацией видов испытаний из этого же стандарта, то испытания в целях оценки соответствия следуют отнести к определительным.

Определительные испытания проводятся для оценки значений характеристик объекта с заданными показателями точности и достоверности. Основной целью определительных испытаний является оценка качества функционирования и натурное подтверждение соответствия значений основных параметров и характеристик оборудования требованиям нормативно-технической документации и(или) технической документации производителя оборудования.

Для подготовки, проведения испытаний и обработки полученных результатов необходимо определить:

- объект испытаний;
- номенклатуру характеристик свойств объектов испытаний;
- условия испытаний;

⁷ Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»

⁸ Распоряжение Правительства РФ от 04.11.2017 № 2438-р «Об утверждении перечня документов по стандартизации, обязательное применение которых обеспечивает безопасность дорожного движения при его организации на территории Российской Федерации»

⁹ Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

¹⁰ ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»

- требования к средствам испытаний, в том числе – к измерительному оборудованию;
- методы испытаний;
- требования к метрологическому обеспечению измерений;
- методы обработки и валидации результатов испытаний.

В соответствии с выбранными методами испытаний, условиями и средствами испытаний разрабатывается программа и методика испытаний. Результаты испытаний оформляются в виде протокола. На основе анализа точности и достоверности полученных результатов в Отчете об испытаниях делаются выводы о соответствии полученных результатов нормативным требованиям.

Схематично этот процесс представлен на рисунке 1.

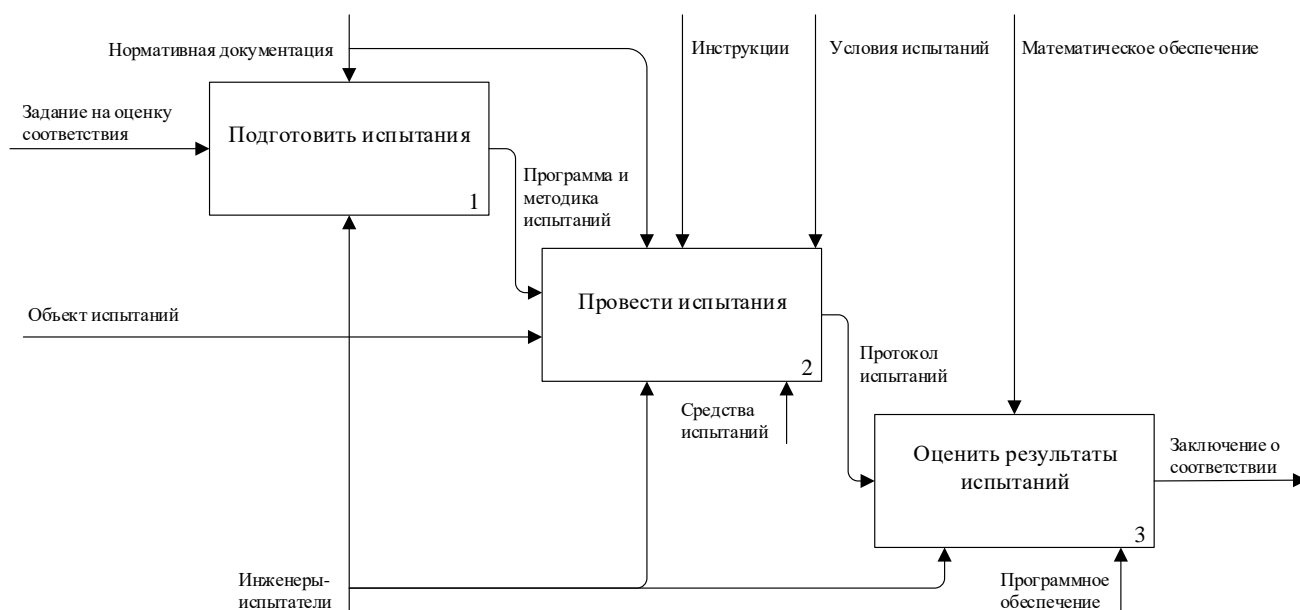


Рисунок 1 – Обобщенный процесс испытаний

Как ранее отмечалось, архитектура ИТС строится по иерархическому принципу и включает интеграционную платформу, подсистемы и элементы ИТС. Таким образом, в общем случае перечисленные компоненты будут являться объектами испытаний в зависимости от конфигурации и состава тестируемой ИТС.

Объектом испытаний может также быть модель ИТС. При этом, если при испытании некоторые части ИТС приходится заменять моделями или отдельные характеристики компонента ИТС определять на моделях, то объектом испытаний остается сама ИТС, оценку характеристик которого получают на основе испытаний модели.

Целями испытаний является проверка (оценка):

- качества выполнения объектом испытаний установленных автоматических функций во всех режимах функционирования объекта испытаний;
- количественных и/или качественных характеристик свойств объекта испытаний;
- полноты и достоверности содержащихся в технической и эксплуатационной документации сведений.

В зависимости от поставленных целей испытаниям подлежат:

- технологии ИТС;
- комплекс программных и технических средств (или его отдельные элементы);
- техническая и эксплуатационная документация.

Все компоненты ИТС, от интеграционной платформы до элемента ИТС, установленного на автомобильной дороге, как объекты испытаний представляют собой комплекс программных и технических средств.

Испытаниям подлежат свойства компонентов ИТС, определяющие их основные функции. В науке об оценке качества объекта – «квалиметрии»¹¹ такие свойства в конкретных условиях эксплуатации называют показателями качества¹². Каждая тестируемая характеристика свойств объекта испытаний обладает показателем качества, определяющим количественное соответствие характеристики свойства объекта документированным требованиям к ней.

Характеристики свойств объектов испытаний целесообразно классифицировать по следующим категориям:

- состав (компоненты) объектов испытаний;
- функциональные характеристики;
- технические характеристики;
- эксплуатационные характеристики;
- требования к обеспечению безопасности функционирования.

Номенклатура характеристик свойств объектов испытаний определяется (по степени приоритетности) из следующих документов:

- технические регламенты, принятые международными договорами Российской Федерации;
- нормативные документы федеральных органов исполнительной власти;
- документы по стандартизации (международные, межгосударственные, национальные, стандарты организации);
- техническое задание заказчика;
- техническая документация производителя оборудования.

При отсутствии нормативных документов, определяющих характеристики свойств объекта испытаний, данные характеристики определяются разработчиком метода испытаний, при этом обязательно выполняется экспертная оценка полноты и валидности характеристик свойств объекта испытаний.

К условиям испытаний относятся все внешние и внутренние факторы, влияющие на функционирование объекта испытаний, а также режимы функционирования объекта, особенности размещения и взаимодействия его технических средств. Условия испытаний должны соответствовать типовым условиям эксплуатации объекта испытаний, но при этом влияние внешних условий (метеорологических, дорожно-транспортных) на валидность испытаний и погрешность измерений должно быть минимизировано.

Определительные испытания проводятся в условиях, соответствующих или максимально приближенных к реальным условиям внедрения и функционирования объектов испытаний, что позволяет оценить действительные функциональные характеристики и определить значения показателей величин параметров с заданной точностью.

При определительных испытаниях должны применяться стандартные подходы, позволяющие обеспечить воспроизводимость методов и результатов испытаний.

В общем случае под средством испытаний понимаются это любые технические средства, применяемые при испытаниях, включая испытательное оборудование, средства измерений и

¹¹ Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии). -М.: Экономика, 1982. -256 с

¹² ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения

вспомогательные технические устройства для фиксации объекта испытаний, регистрации и обработки результатов.

Состав и перечень средств испытаний должен выбираться в соответствии с методом испытаний, а также целями и условиями испытаний.

Методы испытаний представляют собой совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов испытаний с установленными показателями точности¹³. Для объектов испытаний ИТС методы испытаний должны однозначно определять характеристики их свойств в качественных показателях или количественных величинах.

Частным случаем методов испытаний, направленных на прямое измерение количественной величины характеристики свойства объекта, являются методы измерений.

Приоритетным способом выбора метода испытаний является анализ существующих нормативных документов на методы контроля соответствующего объекта испытаний (или его отдельной характеристики). Для методов измерений таким источником информации являются реестры методов (методик) измерений Росстандарта (Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений).

Также надо учитывать, что измерения при обеспечении безопасности дорожного движения относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и должны выполняться по аттестованным методам измерений¹⁴. Исключением являются методы прямых измерений.

Методы испытаний, основанные на прямых измерениях, при которых искомое значение определяемой величины получают непосредственно от средств измерений, формируются на основании эксплуатационной документации на соответствующие средства измерений¹⁵, но при этом необходимо убедиться в валидности этих методов.

При необходимости проведения испытаний ИТС, не связанных с прямыми измерениями, а также при условии отсутствия аттестованных или стандартизованных методик испытаний на соответствующий объект испытаний (или его отдельных характеристик), допускается¹⁶ применять методики испытаний в соответствии с документацией производителя оборудования на производственные испытания или разработать собственную методику испытаний. Но перед применением таких методик испытаний обязательно надо выполнить экспертную оценку полноты и валидности методов испытаний.

Необходимо отметить, что в российской нормативной документации под методом испытаний понимается собственно техническая процедура проведения испытаний, а методика испытаний представляет собой организационно-методический документ, включающий как сам метод испытаний, так и сведения о средствах и условиях испытаний, требования к порядку отбора проб, формам представления данных, оценке точности и достоверности результатов, требования техники безопасности и охраны окружающей среды¹⁷. В некоторых отраслевых документах¹⁸ для этого также применяется термин «программа и методика испытаний».

¹³ ГОСТ Р 51000.4-2011 «Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий»

¹⁴ Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «Об обеспечении единства измерений»

¹⁵ Там же

¹⁶ ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»

¹⁷ ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»

¹⁸ ГОСТ 33477-2015 «Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению». ГОСТ Р 50.04.09-2019 «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Разработка и постановка на производство составных частей активных зон объектов использования атомной энергии и оценка их соответствия в форме испытаний. Порядок проведения»

Для формирования непосредственно методов испытаний ИТС обычно используются такие общетехнические методы, как:

- измерительный метод, осуществляемый на основе технических средств измерений;
- регистрационный метод, осуществляемый на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий;
- расчетный метод, осуществляемый на основе использования теоретических и эмпирических зависимостей характеристик свойств объектов испытаний от параметров испытаний;
- экспертный метод, осуществляемый на основе решений, принимаемых квалифицированными экспертами.

Для разработки метода испытаний необходимо определить номенклатуру оцениваемых характеристик объекта испытаний, требования к диапазонам их изменений, условиям испытаний и показателям точности.

Требования к метрологическому обеспечению измерений¹⁹ в основном относятся к необходимости утверждения типов средств измерений, аттестации и поверке испытательного оборудования, а также к порядку и формам документирования испытаний.

В общем случае валидация представляет собой объективное подтверждение соответствия полученных результатов поставленным целям и определенным требованиям. В целом проведение валидации направлено на обеспечение качества и надежности проводимых испытаний, а также получаемых результатов.

При испытаниях ИТС валидацию можно разделить на два процесса:

- валидация методов испытаний;
- валидация результатов испытаний.

Валидация метода испытаний ИТС представляет собой оценку объективных свидетельств, что данный процесс может осуществляться различными способами, включающими отбор проб, оценку факторов, влияющих на результаты испытаний, калибровку средств измерения и другими с заданными показателями качества.

Для оценки качества методов испытаний используются следующие показатели: точность, воспроизводимость и повторяемость (сходимость).

Точность определяется как степень близости результата измерений к истинному или принятому опорному значению²⁰. При проведении испытаний необходимо учитывать неизбежные случайные погрешности, которые могут быть обусловлены такими факторами как:

- ошибки оператора;
- некорректное использование оборудования;
- неправильная калибровка оборудования;
- влияние окружающей среды и другие.

Для определения и описания точности измерений, учитывающих неизбежные случайные погрешности, используется термин «прецизионность», т.е. степень близости друг к другу независимых результатов измерений, полученных в конкретных регламентированных условиях и

¹⁹ ГОСТ 51672-2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения»

²⁰ ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения»

вычисляемой как стандартное (среднеквадратическое) отклонение²¹. Меньшая прецизионность соответствует большему стандартному отклонению.

Возможность определения прецизионности результатов испытаний зависит от самого объекта испытаний. При испытаниях ИТС в рамках научно-исследовательской работы, проводимой ФАУ «РОСДОРНИИ», было определено, что измеряемые параметры являются слабозависимыми при условии достаточно большого количества испытаний и их распределение в соответствии с центральной предельной теоремой теории вероятностей стремится к нормальному.

Примером такого распределения в ИТС может служить определение основных параметров транспортного потока: интенсивности, плотности и средней скорости. На коротком интервале времени проезды транспортных средств через определенное сечение дороги не являются независимыми событиями, но при длительности интервала времени более часа эти события становятся слабо взаимосвязанными. Поэтому при испытаниях подсистемы транспортного потока рассчитываются средние значения характеристик транспортного потока за интервал времени не менее 1 часа. Причем, для получения статистически достоверных результатов количество транспортных средств, преследовавших через зону контроля в этот интервал времени, должно быть не менее 100 единиц.

Для оценки точности сравнения разных методов испытаний одного и того же определяемого показателя или межлабораторного сличения методов испытаний используется статистическая модель, при которой каждый результат испытаний y в условиях повторяемости представляет собой сумму трех составляющих²²:

$$y = m + B + e$$

где:

m – математическое ожидание;

B – систематическая погрешность;

e – случайная погрешность каждого результата испытаний.

Математическое ожидание (m) учитывается только при сравнении различных методов испытаний, при межлабораторном сличении этой составляющей можно пренебречь. Систематическая погрешность (B) зависит от условий испытаний и считается уникальной и постоянной для каждой испытательной лаборатории (в условиях повторяемости). Случайная погрешность (e) присутствует в каждом результате измерений, ее распределение является приближенным к нормальному закону распределения (или любому другому унимодальному распределению).

Оценка воспроизводимости метода испытаний проводится путем повторения испытаний конкретным методом на идентичных объектах испытаний различными испытательными лабораториями (операторами, оборудованием). Если полученные результаты испытаний находятся в допустимых пределах погрешности, то метод испытаний считается воспроизводимым. При испытаниях ИТС предел воспроизводимости с доверительной вероятностью 0,95 не должен превышать модуль разности результатов испытаний. Если сравниваются результаты двух или более аттестованных методик испытаний, то достаточно сравнить величины погрешностей результатов испытаний.

²¹ ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения»

²² Там же

Повторяемость (сходимость) метода испытаний проверяется в условиях неоднократного применения конкретного метода на идентичных объектах испытаний одной и той же испытательной лабораторией (операторами, оборудованием) в пределах короткого промежутка времени.

Таким образом, вывод о валидности метода испытания делается по итогам сравнения результатов, полученных в лабораторных условиях, с доверительным уровнем 0,95.

Валидация результатов испытаний зависит от определяемых параметров объекта испытаний. Если испытаниям подлежит функция ИТС, не имеющая количественного выражения характеристик свойств объекта испытаний, то проводится определение качественных характеристик. Результатом подобных испытаний является заключение о выполнении или не выполнении определяемой функции без ее градации.

Оценка количественных величин характеристик свойств объекта испытаний проводится методами математического и статистического анализа и зависит от наличия нормативных требований к показателям точности определяемых характеристик в нормативной документации, особенностей применяемых методов испытаний и метрологических требований к измеряемым величинам.

Для описания общего методического подхода к формированию нормативно-технической базы для оценки соответствия ИТС целесообразно использовать онтологический аппарат системы управления прикладными научными исследованиями (далее – КСУ НИР) в наукоемких и высокотехнологичных отраслях промышленности²³. Для создания методов и средств испытаний в КСУ НИР используется понятие технологического проекта.

Технологический проект определяет объект испытаний, номенклатуру свойств тестируемых характеристик, условия испытаний, средства испытаний, включая при необходимости средства измерений. С учетом целей испытаний формируются методы испытаний и определяются требования к их точности и прецизионности. Для обработки результатов испытаний используются методы математического и статистического анализа.

Технологический проект на методы и средства испытаний разрабатывается для каждого испытываемого компонента ИТС.

Апробация предложенных в технологическом проекте методических подходов к испытанию компонента ИТС проводится в натуральных условиях на полигонно-экспериментальной базе в соответствии с программой и методикой испытаний.

Выводы по результатам испытаний должны однозначно определять валидность используемых методов испытаний. Если требования к точности и прецизионности результатов испытаний не выполняются или предложенный метод не позволяет оценить с заданной точностью и достоверностью тестируемые характеристики объекта испытаний, то формируются предложения по корректировке технологического проекта.

Выводы.

1. Существующая нормативная правовая база Российской Федерации позволяет создать систему оценки соответствия ИТС, но требуется планомерная и систематичная работа по формированию нормативно-технической базы для испытаний ИТС.

2. Разработан общий алгоритм испытаний ИТС, позволяющий организовать испытания для всех компонентов ИТС с одновременным решением нескольких задач:

- систематизация испытаний: алгоритм позволяет структурировать процесс испытаний, что упрощает его планирование и выполнение, а также обеспечивает системный подход к проведению процесса испытаний ИТС;

²³ ГОСТ Р 59679-2022 Комплексная система управления научными исследованиями и разработками. Общие положения

- оценка качества компонентов ИТС: используя предложенный алгоритм, можно проводить оценку характеристик и работы различных компонентов ИТС, что поможет выявить их слабые места и повысить общую надежность системы.

3. Необходима дальнейшая проработка математического обеспечения валидации методов и результатов испытаний ИТС.

Список используемых источников:

1. Указ Президента РФ от 18.06.2024 № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий».
2. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
3. Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
5. Постановление Правительства РФ от 23 декабря 2021 г. № 2425 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия, внесении изменений в постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2467 и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».
6. Распоряжение Правительства РФ от 04.11.2017 № 2438-р «Об утверждении перечня документов по стандартизации, обязательное применение которых обеспечивает безопасность дорожного движения при его организации на территории Российской Федерации».
7. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года».
8. Концепция создания и функционирования в Российской Федерации национальной сети интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах общего пользования, утвержденной распоряжением Минтранса России от 30.09.2022 № АК-247-р
9. ТР ТС 014/2011 «Технический регламент Таможенного союза. Безопасность автомобильных дорог»
10. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
11. ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения».
12. ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения».
13. ГОСТ 33477-2015 «Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению».
14. ГОСТ 51672-2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения».
15. ГОСТ Р 50.04.09-2019 «Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Разработка и постановка на производство составных частей активных зон объектов использования атомной энергии и оценка их соответствия в форме испытаний. Порядок проведения»
16. ГОСТ Р 51000.4-2011 «Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий».
17. ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения»

18. ГОСТ Р 59679-2022 «Комплексная система управления научными исследованиями и разработками. Общие положения».
19. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии).- М.: Экономика, 1982.-256 с.