

Объект в надежности: определение и содержание понятия

Виктор А. Нетес, Московский технический университет связи и информатики, Российская Федерация, Москва



Виктор А. Нетес

Резюме. Цель. Статья продолжает цикл публикаций, исследующих и обсуждающих сущность и определения базовых понятий теории надежности. В ней проведен анализ исходного понятия, являющего предметом рассмотрения в надежности, для которого обычно используется термин «(технический) объект». Именно для него определяется понятие «надежность», и вообще, распространяется вся терминология по надежности в технике. Рассмотрены следующие вопросы: как назвать и определить этот предмет рассмотрения, что он может собой представлять, что может входить в его состав. В частности, обсуждается соотношение между понятиями «объект» и «изделие». **Методы.** Прослежена эволюция определений указанного понятия в отечественных и международных терминологических стандартах по надежности за последние 30 лет. Проведен сравнительный анализ других стандартов и федеральных законов, относящихся к объектам различного вида. Рассмотрена возможность применения двух основных способов, позволяющих составить представление о некотором понятии: наглядного (на основе примеров) и дефиниционного (путем последовательного определения одних понятий через другие). **Результаты и выводы.** Определение и правильное понимание понятия «объект» имеет большое значение, поскольку от него зависит область применения стандартов по надежности. Объясняется, почему приходится мириться с тем, что определения исходных понятий не могут быть строго формализованы и фактически являются всего лишь пояснениями. Показано, что определения понятия «объект» в действующих отечественном и международном стандартах (ГОСТ 27.002-2015 и IEC 60050-192:2015) имеют неточности. Для их устранения предложены уточненные формулировки примечаний к определению объекта. Первое примечание перечисляет возможные виды объектов: изделия (детали, сборочные единицы, комплексы) и их составные части; здания и сооружения; системы, состоящие из совместно функционирующих изделий и сооружений, и их подсистемы. Второе примечание указывает соотношения между основными составляющими объекта: аппаратными средствами, программным обеспечением и людьми (персоналом), и их возможные комбинации. Обоснована целесообразность рассмотрения виртуальных объектов, играющих важную роль в современных информационных и коммуникационных технологиях и представляющих собой логически выделенные подсистемы в составе систем, на основе которых они создаются. Указаны также недостатки, имеющиеся в определениях различных объектов в ГОСТ 18322-2016.

Ключевые слова: надежность, стандартизация, технический объект, определение, виды объектов, составляющие объекта.

Для цитирования: Нетес В.А. Объект в надежности: определение и содержание понятия // Надежность. 2019. № 4. С. 3-7. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-4-3-7>

Поступила 09.09.2019 г. / После доработки 18.10.2019 г. / К печати 14.12.2019 г.

Введение

Теория надежности существует уже несколько десятилетий, однако до сих пор ведутся споры вокруг определений ее базовых понятий. В последние годы они обсуждались в ряде статей, предпосылкой к написанию которых сначала стала разработка отечественного и международного терминологических стандартов по надежности (ГОСТ 27.002-2015 и IEC 60050-192:2015), а затем и анализ этих стандартов [1-6 и др.]. В частности, развернулась оживленная дискуссия о том, как определить само понятие «надежность» [2]. На взгляд автора, все это свидетельствует не о кризисе в теории надежности, а о том, что она живет и развивается.

В данной статье анализируется понятие, которое предшествует понятию «надежность», а именно обсуждается, что является предметом рассмотрения в надежности, точнее говоря, надежность чего имеет смысл изучать. Для этого понятия, как правило, используется термин «объект», имеются его определения в стандартах. Однако здесь также нет полной ясности, вокруг этого тоже шло обсуждение. Будут рассмотрены следующие вопросы: как назвать и определить этот предмет рассмотрения, что он может собой представлять, что может входить в его состав. Попутно анализируются замечания, высказанные в [4, 5] в адрес ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения» и связанные с рассматриваемой темой.

История вопроса

До 2009 года в основном тексте отечественных терминологических стандартов по надежности отсутствовал термин, соответствующий предмету рассмотрения в надежности. В определениях основных понятий в этом качестве использовался термин «объект», а в справочном приложении, содержащем пояснения к терминам, объяснялось, что терминология по надежности в технике распространяется на любые технические объекты – изделия, сооружения и системы, а также их подсистемы, рассматриваемые с точки зрения надежности на этапах проектирования, производства, испытаний, эксплуатации и ремонта. Далее указывалось, что в качестве подсистем могут рассматриваться сборочные единицы, детали, компоненты или элементы (формулировки из ГОСТ 27.002-89).

В 2009 году взамен ГОСТ 27.002-89 был принят ГОСТ Р 53480-2009, впоследствии получивший обозначение ГОСТ Р 27.002-2009. Он был разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта IEC 60050-191:1990 “International electrotechnical vocabulary – Part 191: Dependability and quality of service” («Международный электротехнический словарь – Часть 191: Надежность и качество услуг»). Здесь стоит отметить, что именно Международная электротехническая комиссия (МЭК, англ. International Electrotechnical Commission, IEC) играет ведущую роль в международной стандартизации надежности [7].

В ГОСТ Р 27.002-2009 появился термин «изделие», имеющий определение: любая функциональная единица, которую можно рассматривать в отдельности. В примечании 1 к нему были приведены примеры изделий: система, подсистема, оборудование, устройство, аппаратура, узел, деталь, элемент. Все основные понятия надежности в этом стандарте определялись применительно к изделию.

При этом в официальном переводе стандарта IEC 60050-191:1990 для соответствующего понятия, выраженного английскими терминами “item” и “entity”, использовался русский эквивалент «объект», которому давалось следующее определение: любая часть, элемент, устройство, подсистема, функциональная единица, аппаратура или система, которые можно рассматривать в отдельности. Таким образом, часть этой формулировки была использована в ГОСТ 27.002-2009 как определение, а другая часть – вошла в примечание к нему.

ГОСТ 27.002-2009 вызвал серьезную критику специалистов, в результате чего вместо него было возобновлено действие ГОСТ 27.002-89 (подробнее эта история описана в [2]). Одним из нововведений, подвергавшихся критике, была замена термина «объект» на «изделие». И дело здесь не только в отходе от ставшей за много лет привычной терминологии. Более серьезным аргументом являлось то, что термин «изделие» уже был стандартизован в системе стандартов ЕСКД. В действовавшем на тот момент ГОСТ 2.101-68 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий» говорилось, что изделием

называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Таким образом, возникало нежелательное расхождение между определениями одного и того же термина в основополагающих общетехнических стандартах. При этом понимание термина «изделие» в ЕСКД, подразумевающее его изготовление на предприятии, уже, чем у понятия «объект» в надежности. Последнее включает, например, линии, сети и каналы связи, линии электропередачи, трубопроводы и т.п. Все они не являются изделиями в понимании ЕСКД.

В 2015 году взамен стандарта IEC 60050-191:1990 был принят IEC 60050-192:2015 “International electrotechnical vocabulary – Part 192: Dependability” («Международный электротехнический словарь – Часть 192: Надежность»). Общий анализ этого стандарта был дан в [3]. Из двух упомянутых выше английских терминов в нем был оставлен только первый (item), для которого было дано весьма краткое определение: рассматриваемый предмет. В примечании 5 к нему объясняется причина изменения: «Определение объекта в IEC 60050-191:1990 является скорее описанием, а не определением. Новое определение обеспечивает содержательную замену во всем документе. Формулировка прежнего определения образуют новое примечание 1».

В том же году был принят и ГОСТ 27.002-2015. При его разработке ставилась цель, с одной стороны, сохранить преемственность с ГОСТ 27.002-89, а с другой – приблизиться к новому международному стандарту. В результате было принято следующее определение: (технический) объект – предмет рассмотрения, на который распространяется терминология по надежности в технике. Примечание 1 к нему дает список возможных объектов: сборочная единица, деталь, компонент, элемент, устройство, функциональная единица, оборудование, изделие, система, сооружение.

В последующих публикациях были высказаны замечания к этому определению, однако они будут рассмотрены чуть позже. Перед этим уместно будет сделать общетеоретическое отступление, касающееся определений базовых понятий.

Проблема определения исходных понятий

Трудности с определением базовых понятий характерны не только для теории надежности, они носят общий характер. Вот что писал по этому поводу известный математик и лингвист В.А. Успенский: «...Как можно составить представление о том или ином понятии? Есть два основных способа, один из которых мы условно назовем *наглядным*, а другой, столь же условно, – *дефиниционным* (от *лат. definitio* – определение). При наглядном способе понятие усваивается на примерах, при дефиниционном – с помощью определений. <...> ...При дефиниционном способе одни понятия определяются через другие, другие – через третьи и т.д. Но ведь мы не

можем продолжать этот процесс бесконечно. А значит, на каких-то ... понятиях мы вынуждены остановиться и далее их не определять. Эти понятия, которые уже не имеют определения, называют *неопределяемыми*, или *исходными*. Но если исходные понятия не могут быть определены, ... откуда же мы можем знать, что они означают?» [8, с. 309-310, 312-313].

В математике выход из этого тупика дает аксиоматический метод [8, с. 313]. В других областях знаний, не столь строго формализованных, приходится мириться с тем, что определения исходных понятий фактически являются всего лишь пояснениями, подобно тому, как это было со сформулированными Евклидом определениями базовых понятий геометрии («точка есть то, что не имеет частей», «линия же – длина без ширины» и т.п.) [8, с. 307]. Поэтому в том, что в ГОСТ 27.002-89 и предшествовавших ему стандартах не давалось определение объекта, а лишь пояснение к этому понятию, есть свой смысл.

В самом деле, определения объекта в ИЕС 60050-192:2015 и ГОСТ 27.002-2015, строго говоря, таковыми не являются. Поэтому столь важны примеры объектов, приведенные в примечаниях к определениям в этих стандартах, поскольку, как было сказано выше, при наглядном способе понятие усваивается именно на примерах.

Подчас попытки найти выход из описанного тупика приводят к возникновению в определениях порочного круга, при котором некоторое понятие определяется через само себя или понятие А определяется через Б, а Б – через А. Пример подобной ситуаций в стандартах будет приведен ниже. Разумеется, это является серьезным недостатком этих стандартов.

Виды объектов

В [4] справедливо отмечено, что перечень видов объектов, приведенный в примечании 1 к определению объекта в ГОСТ 27.002-2015, не увязан с ГОСТ 2.101-2016 «Единая система конструкторской документации. Виды изделий». Действительно, согласно ГОСТ 2.101-2016, изделие – это предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению в организации (на предприятии) по конструкторской документации, причем в примечании 1 к этому определению указано, что изделиями могут быть устройства, средства, машины, агрегаты, аппараты, приспособления, оборудование, установки, инструменты, механизмы, системы и др. В ГОСТ 2.101-2016 определяется также составная часть изделия – изделие, выполняющее определенные функции в составе другого изделия, и устанавливаются виды изделий по конструктивно-функциональным характеристикам: деталь, сборочная единица, комплекс и комплект.

Если первые три вида изделий (деталь, сборочная единица, комплекс), безусловно, являются объектами с точки зрения надежности, то комплект вряд стоит считать таковым. В самом деле, комплект – это два и более изделия, не соединенных на предприятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор из-

делий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструмента и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры, комплект упаковочной тары и т.п. (определение из ГОСТ 2.101-2016). Поэтому для комплекта не существует единых требуемых функций, сохранение способности к выполнению которых и характеризует надежность. Конечно, это не исключает возможность отдельно рассматривать надежность входящих в комплект изделий.

Обсуждая понятие «изделие», попутно заметим, что в ГОСТ 2.101-2016 в его определении добавились слова о конструкторской документации, отсутствовавшие в прежней версии этого стандарта 1968 года. При этом ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Общие положения» определяет конструкторскую документацию как совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые для проектирования (разработки), изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта, модернизации, утилизации изделия. Таким образом, здесь имеет место порочный круг: в определении термина «изделие» присутствует термин «конструкторская документация», а в определении термина «конструкторская документация» – «изделие».

В ГОСТ 27.002-2015 указано, что требования к объекту задаются в документации на этот объект. В [5] это считается недостатком этого стандарта («нечеткость терминологии надежности»), и предлагается, чтобы в этой формулировке фигурировала именно конструкторская документация. Однако такая документация относится только к изделиям, т.е. далеко не ко всем видам объектов. Кстати, и в прежнем ГОСТ 27.002-89 формулировка также не ограничивалась только конструкторской документацией, там говорилось о нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Еще одно замечание в [4] касается взаимной увязки ГОСТ 27.002-2015 и ГОСТ 18322-2016 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения». В каждом из этих стандартов указано, что он применяется совместно с другим. К сожалению, между ними действительно имеются расхождения, в том числе в части понятия «объект». Правда, читая [4], можно подумать, что в ГОСТ 18322-2016 также имеется определение понятия «объект», хотя на самом деле это не так. В этом стандарте определены термины «объект технического обслуживания (ремонта)», «обслуживаемый объект», «необслуживаемый объект», «ремонтпригодный объект», «неремонтпригодный объект». Процитированная же в [4] формулировка «объект представляется в виде единого целого, состоящего из взаимосвязанных частей, объединенных в нем для выполнения общей целевой функции» является только примечанием к указанным терминам. Однако определения всех указанных терминов в ГОСТ 18322-2016 содержат слово «объект». Остается только гадать, что под ним имеется в виду. Возможно, это объект, определенный в

ГОСТ 27.002-2015. В любом случае здесь необходимы были разъяснения.

Далее, термины «обслуживаемый объект», «необслуживаемый объект», «ремонтпригодный объект», «неремонтпригодный объект» имеются в обоих стандартах. При этом определения первых двух из них в ГОСТ 18322-2016 совпадают с определениями этих терминов в ГОСТ 27.002-2015 (хотя отсылка к нему отсутствует), а вторых двух – несколько отличаются от определений в ГОСТ 27.002-2015. Поистине, вслед за авторами [4] хочется воскликнуть: «Чему верить?». При внимательном изучении этих терминов возникают и дальнейшие вопросы. Чем объект технического обслуживания отличается от обслуживаемого объекта, а объект ремонта – от ремонтпригодного объекта?

Следующее замечание в [4] касается увязки ГОСТ 27.002-2015 с Федеральным законом от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Оно совершенно справедливо, наряду с сооружениями в перечень видов объектов следует включить и здания (непонятно только, почему в [4] они названы составными частями объекта – ведь это самостоятельные виды объектов). В пользу такого дополнения говорят также ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» и ГОСТ Р 58033-2017 «Здания и сооружения. Словарь. Часть 1. Общие термины» (в последнем упоминается надежность).

К объектам относятся также системы, состоящие из изделий и сооружений, совместно выполняющих определенные функции (например, сети связи, электроэнергетические системы, сети газораспределения и т.п.), и их подсистемы. В частности, надежности электроэнергетических систем большое внимание уделяется в Федеральном законе от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».

Заметной тенденцией в современных информационных и коммуникационных технологиях является виртуализация. В информационных системах могут использоваться виртуальные вычислительные машины, виртуальные системы хранения данных и т.п. (определения этих и других подобных понятий приведены в ГОСТ Р 56938-2016 «Защита информации. Защита информации при использовании технологий виртуализации. Общие положения»). В телекоммуникациях используются виртуальные сети, виртуальные каналы и тракты (в частности, виртуальная частная сеть рассматривается в ГОСТ Р 53729-2009 «Качество услуги «Предоставление виртуальной частной сети (VPN)». Показатели качества»). Сетевая виртуализация считается одной из ключевых технологий перспективных будущих сетей [9]. Для рассмотрения надежности всего этого следует допустить возможность наличия не только физических, но и виртуальных объектов. Они обычно представляют собой логически выделенные подсистемы в составе систем, на основе которых создаются виртуальные объекты.

С учетом всего сказанного, предлагается следующая формулировка примечания 1 к термину «объект»: об-

ектами могут быть изделия (детали, сборочные единицы, комплексы) и их составные части, здания и сооружения, системы, состоящие из изделий и сооружений, совместно выполняющих определенные функции, и их подсистемы.

Что включает в себя объект

Рассмотрим теперь вопрос, что может включаться в состав объекта. В уже упоминавшихся пояснениях в ГОСТ 27.002-89 было сказано, что при необходимости в понятие «объект» могут быть включены информация и ее носители, а также человеческий фактор (например, при рассмотрении надежности системы «машина-оператор»). Эта формулировка представляется не очень удачной, особенно, последняя часть: как фактор может быть включен в объект?

В ИЕС 60050-191:1990 примечание 1 к термину «объект» гласит: объект может состоять из технических средств, программного обеспечения или их сочетания и может также в частных случаях включать людей. Подобная же формулировка составила примечание 2 к термину «изделие» в ГОСТ Р 27.002-2009. Отметим, что в официальном русском переводе ИЕС 60050-191:1990 вместо «людей» сказано «технический персонал» (кстати, во французской версии стандарта использован именно термин «персонал» – personnel).

В действующем стандарте ИЕС 60050-192:2015 в примечании 2 к термину «объект» (item) сказано: объект может состоять из аппаратного обеспечения, программного обеспечения, людей или любой их комбинации (во французской версии по-прежнему использован термин «персонал»). В соответствии с этим в ГОСТ 27.002-2015 примечание 2 к термину «объект» было сформулировано так: объект может включать в себя аппаратные средства, программное обеспечение, персонал или их комбинации. Эта формулировка (в частности, упоминание персонала) в [4] была подвергнута критике.

Проанализируем целесообразность включения в состав объекта наряду с аппаратными средствами программного обеспечения и людей (персонала).

Необходимость учета программного обеспечения при рассмотрении надежности программно-управляемых объектов известна давно. Взаимосвязь между аппаратной и программной составляющими таких объектов четко и убедительно была изложена в [10]: «...Программа работы ЭВМ как самостоятельная субстанция существует только до того момента, как будет введена в запоминающее устройство (ЗУ) машины. Причем до этого момента программа существует не как технический объект (и даже не как составная часть технического объекта), а лишь как документ... Естественно, что в этот период своего существования (до ввода в ЗУ ЭВМ) программа не может самостоятельно функционировать... Следовательно, в этот период программа не обладает никакими эксплуатационными свойствами технических объектов, в том числе надежностью... <...> Когда же программа введена в память ЭВМ, она перестает быть самостоя-

тельной субстанцией и может рассматриваться только как информация о состоянии определенного множества физических элементов памяти... Теперь уже нельзя указать физической границы между аппаратурой ЭВМ и программой, которая в нее введена и в соответствии с которой машина только и может функционировать... <...> ...Одна только аппаратура ЭВМ без какой либо записанной в ЗУ программы также не способна перерабатывать информацию (она может только греться при включенном электропитании, но это не является для ЭВМ «требуемой функцией»), а следовательно, и надежность только элементов этой аппаратуры не может в полной мере характеризовать надежность ЭВМ в целом».

Что касается людей, то необходимость учета человека-оператора при рассмотрении надежности систем «человек-машина» (или «машина-оператор»), как сказано в ГОСТ 27.002-89) давно известна. Это отражено, в частности, в ГОСТ 26387-84. «Система «Человек-машина». Термины и определения». Так что, ничего принципиально нового в этом плане ГОСТ 27.002-2015 не вводит.

Вместе с тем, формулировку из ИЕС 60050-192:2015, допускающую любую комбинацию аппаратного обеспечения, программного обеспечения и людей, и воспроизведенную в несколько смягченном виде в ГОСТ 27.002-2015, следует признать ошибочной. Например, комбинация только программного обеспечения и людей без аппаратного обеспечения представляется лишенной смысла.

С учетом всего сказанного, предлагается следующая уточненная формулировка примечания 2 к термину «объект»: наряду с аппаратными средствами объект может включать в себя программное обеспечение, необходимое для его функционирования, а для систем «человек-машина» – оперативный персонал.

Заключение

Определение понятия «объект», представляющего собой предмет рассмотрения, на который распространяется терминология по надежности в технике, имеет большое значение, поскольку от него зависит область применения стандартов по надежности. Для его уточнения предлагаются следующие формулировки примечаний к определению этого понятия в ГОСТ 27.002-2015. Примечание 1: объектами могут быть изделия (детали, сборочные единицы, комплексы) и их составные части, здания и сооружения, системы, состоящие из изделий и сооружений, совместно выполняющих определенные функции, и их подсистемы. Примечание 2: наряду с аппаратными средствами объект может включать в себя программное обеспечение, необходимое для его функционирования, а для систем «человек-машина» – оперативный персонал.

Ситуация со стандартизацией научно-технической терминологии вообще, и в области надежности в частности, оставляет желать лучшего, что было показано в [4, 6]. Некоторые предложения, направленные на улучшения ситуации, были высказаны в [6].

Автор обращается с призывом ко всем заинтересованным специалистам высказать свое мнение и дать конструктивные предложения, как по существу затронутых вопросов и предложенных формулировок, так и в части организационных мер по улучшению ситуации.

Библиографический список

1. **Нетес В.А.** Актуальные вопросы стандартизации терминологии в области надежности [Текст] / В.А. Нетес, Ю.И. Тарасьев, В.Л. Шпер // Надежность. – 2014. – № 2. – С. 116-119.
2. **Нетес В.А.** Как нам определить, что такое «надежность» [Текст] / В.А. Нетес, Ю.И. Тарасьев, В.Л. Шпер // Надежность. – 2014. – № 4. – С. 3-14.
3. **Нетес В.А.** Новый международный терминологический стандарт по надежности [Текст] / В.А. Нетес // Надежность. – 2016. – № 3. – С. 54-58.
4. **Ершов Г.А.** Чему верить? О системе стандартов «Надежность в технике» [Текст] / Г.А. Ершов, В.Н. Семериков, Н.В. Семериков // Стандарты и качество. – 2018. – № 8. – С. 14-19.
5. **Похабов Ю.П.** Проблемы надежности и пути их решения при создании уникальных высокоответственных систем [Текст] / Ю.П. Похабов // Надежность. – 2019. – № 1. – С. 10-17.
6. **Нетес В.А.** Как вернуть доверие? О системе стандартов «Надежность в технике» [Текст] / В.А. Нетес // Стандарты и качество. – 2019. – № 2. – С. 19-24.
7. **Богданова Г.А.** МЭК/ТК 56: стандартизация для надежности [Текст] / Г.А. Богданова, В.А. Нетес // Методы менеджмента качества. – 2009. – № 5. – С. 44-47.
8. **Успенский В.А.** Апология математики [Текст]: [сборник статей] / В.А. Успенский. – СПб.: Амфора, ТИД Амфора, 2010. – 554 с.
9. Recommendation ITU-T Y.3011 (01/2012). Framework of network virtualization for future networks [Text].
10. **Резиновский А.Я.** Еще раз о сбаях ЭВМ и так называемой надежности программного обеспечения [Текст] / А.Я. Резиновский // Надежность и контроль качества. – 1988. – № 2. – С. 57-61.

Сведения об авторе

Виктор А. Нетес – доктор технических наук, профессор кафедры «Сети связи и системы коммутации» Московского технического университета связи и информатики, Российская Федерация, Москва, e-mail: v.a.netes@mtuci.ru

Вклад автора в статью

Автор провел анализ определений понятия «технический объект» в отечественных и международных стандартах, выявил присущие им недостатки и предложил уточненные формулировки примечаний к определению объекта, касающиеся возможных видов и основных составляющих объектов.