РАЗДЕЛ XII. КОСМОС И АВИАЦИЯ

Попов Ю.В.

Контролируемость, контролепригодность

*Государственный научно исследовательский институт
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-10-2020-52

idsp: ljjournal-10-2020-52

Аннотация

Статья посвящена контролируемости и контролепригодности. Два термина определены ГОСТами и определяются, как «Свойство изделия, характеризующее его приспособленность к проведению контроля заданными средствами». В статье дается попытка определения их применения. Контролируемость является новым термином и этот термин чаще всего используется в филологической науке, в медицине и финансовой деятельности, а также встречается в динамических системах, где используется контрольное уравнение. Термин контролепригодность возник с решением задачи по оптимизации затрат на техническое обслуживание воздушных судов. Зарубежная практика проведения анализа контролепригодности сводится к экспертной оценке значимости той или иной диагностической процедуры и средств контроля. Конкретные значения показателей контролепригодности в нашей стране устанавливаются конструкторской документацией. Для анализа контролепригодности применяют следующие характеристики: характеристика полноты и достоверности технического диагностирования (контроля технического состояния) и глубины поиска места отказа (повреждения); характеристика затрат времени и труда на техническое диагностирование (контроль технического состояния); характеристика особенностей конструктивного исполнения (конструктивные характеристики) объектов АТ, обуславливающие удобство технического диагностирования (контроля технического состояния). При определении характеристик контролепригодности следует указывать средства диагностирования, при использовании которых получены значения этих характеристик. Контролепригодность следует анализировать применительно к каждой задаче определения технического состояния авиационной техники на всех этапах ее эксплуатации.

Ключевые слова: контролируемость, контролепригодность, авиационная техника, воздушное судно, показатели контролепригодности

Abstract

The article is devoted to controllability and controllability. Two terms are defined by GOST And are defined as "The property of the product that characterizes its fitness for control by specified means." The article attempts to define their application. Controllability is a new term and this term is most often used in philological science, in medicine and financial activities, and also occurs in dynamic systems where the control equation is used. The term controllability originated with the solution of the problem of optimizing the cost of maintenance of aircraft. Foreign practice of carrying out the analysis of controllability is reduced to an expert assessment of importance of this or that diagnostic procedure and means of control. Specific values of indicators of controllability in our country are established by design documentation. For the analysis of the test used the following features: feature completeness and reliability of technical diagnostics (technical condition control) and the depth of the search space of failure (damage); characteristics of time and labor on technical diagnostics (condition monitoring); the characteristic features of the structural design

(structural characteristics) of objects at contributing to the convenience of the technical diagnostics (technical condition control). When determining the characteristics of controllability, it is necessary to specify the means of diagnosis, with the use of which the values of these characteristics are obtained. Controllability should be analyzed.

Keywords: controllability, controllability, aviation equipment, aircraft, indicators of controllability

В настоящее время после принятия ГОСТ Р 27.605-2013 «Надежность в технике. Ремонтпригодность оборудования. Диагностическая проверка» было внедрено понятие контролируемость. Согласно ГОСТ Р 27.605-2013 контролируемость – это «Свойство изделия, характеризующее его приспособленность к проведению контроля заданными средствами» [1]. В соответствии с ГОСТ 19919-74 имелось понятие контролепригодность, под которым понимают «Свойство изделия, характеризующее его приспособленность к проведению контроля заданными средствами» [2]. Данные термины по определению идентичны. В ГОСТ [2] указано, что для каждого понятия устанавливается один стандартный термин и применение терминов - синонимов стандартизованного термина запрещается. Таким образом, в нарушении стандарта [2] стандарт [1] вводит термин контролируемость. Рассмотрим использование данных терминов.

Контролируемость

Контролируемость является новым термином, и проведенный анализ литературных источников показывает, что это понятие чаще всего используется в филологической науке, в медицине и финансовой деятельности. Свойство по значению прилагательного контролируемый - возможность контролировать кого-либо, что-либо.

В филологической науке контролируемость рассматривается, как категория в семантической структуре глагола [3]. С филологической точки зрения известны несколько различных областей применения понятия контролируемости:

- наличие признака контролируемости детерминирует способность глагола подчинять придаточные цели, образовывать отрицательные конструкции с императивом совершенного вида и др. [4];
- сочетаемость данного признака со словами, выражающими идею намеренного ненамеренного действия, типа «нарочно», «случайно» [5];
- решение проблемы глагольной многозначности, в частности, предикатов пропозициональной установки [6] и, как следствие, решение лексикографических задач;
- проблема контроля над действием рассматривается в рамках теории мотивации, где контроль действий, призванный выполнять роль промежуточной переменной, связующей мотивацию и достижение. При этом контролируемость распадается на два аспекта — контроль за намерением и контроль за выполнением [7].

В медицине рассматривается уровень контролируемости показателей, которые позволяют диагностировать заболевание. При финансовой деятельности предлагается учитывать контролируемость активов и информацию о контролируемых сделках.

Вопросы исследования феномена идентичности личности относятся к числу ключевых в психологии, философии, социологии, биоэтике. В работе [8] на основе обобщения эмпирических исследований феномена идентичности авторы предполагают, что основой идентичности как переживания соотнесенности объекта и “Я” выступает самоидентичность, задаваемая субъективной контролируемостью. Основания, реалистичность этой контролируемости, мера активности субъекта и роль когнитивных и аффективных факторов в формировании идентичности задают различные варианты процессов идентификации (нормативная, слитная, контагиозная, скрытая идентификация и др.).

В статье [9] авторы, исследуя динамические системы, которые характеризуются простым контрольным уравнением, показывают, что они обладают контролируемостью. И на основе простого контрольного уравнения позволяют обнаруживать отказы системы в момент его возникновения. На основе проведенных исследований авторы дают конкретные предложения по синтезу контролируемых систем.

При рассмотрении сверхдлинной космической тросовой системы для космического лифта авторы указывают, что данная система будет обладать более широкими функциональными свойствами, большей надежностью, контролируемостью, возможностями управления и восстановления после повреждений и аварий [10].

Анализ литературных источников показывает, что термин контролируемость в технике практически не использовался.

Термин "контроль" (это краткая форма также термина «технический контроль») применяется, когда основной задачей определения технического состояния является установление вида технического состояния в зависимости от значений параметров в данный момент времени. Однако при этом исключаются из рассмотрения другие важные задачи определения технического состояния авиационной техники (АТ) при эксплуатации: поиск места и определение причин отказа (повреждения), прогнозирование технического состояния и др. Когда все вышеуказанные задачи определения технического состояния равнозначны, следует применять термин «техническое диагностирование».

Контролепригодность

Первая волна интереса к контролепригодности появилась в 60-х годах прошлого века в связи с решением задачи по оптимизации затрат на техническое обслуживание (ТО) воздушных судов (ВС). Проведенный анализ авиационными специалистами показал, что затраты на ТО превышает стоимость топлива и места хранения ВС [11]. Поэтому было принято решение на пересмотр логики обслуживания ВС. Для этих целей было разработано руководство MSG-1 (Maintenance Steering Group) - "Оценка обслуживания и программа развитие". С увеличением размеров ВС и усложнения оборудования было введено MSG-2. Как показал опыт эксплуатации ВС вероятность отказа систем и компонентов не обязательно увеличивается с возрастом самолета [12]. В результате было разработано руководство MSG-3, которое использовалась при проектировании и изготовлении авиалайнеров нового поколения как Боинг 757, 767, Аэробус 310, А300-600 и BAe146.

В процессе создания ВС проводится качественный анализ, который позволяет оценивать жизненно важные элементы конструкции, функциональные системы и оборудования ВС на предмет технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Достоинство любого метода ТОиР определяется контролепригодностью ВС [13].

Зарубежная практика проведения анализа контролепригодности сводится к экспертной оценке значимости той или иной диагностической процедуры и средств контроля, применяемых для контроля технического состояния данной конструкции системы изделия АТ [14].

Оценка показателя значимости производится на основании «технологической карты», которая представляет собой перечень критериев (вопросов), которые формируются для каждого определенного вида изделия табл. 1.

Таблица 1.

Технологическая карта оценки контролепригодности

Качественные аспекты контролепригодности изделия АТ	Оценка			
	хорошо	удовлетворительно	слабо	неудовлетворительно

Особое внимание обеспечению контролепригодности в Советском Союзе начали уделять вначале 70-х гг. В 1974 в Советском Союзе стандартом [2] был введен термин и определение контролепригодность, которое является основным понятием для автоматизированного контроля ТО изделий АТ. Конкретные значения показателей контролепригодности, как свойства изделия, устанавливаются конструкторской документацией "Характеристика контролепригодности" (ХК) данного изделия.

В 1975 вышел ГОСТ 20417—75, в котором устанавливаются общие положения о порядке разработки систем диагностирования и требования к объектам и средствам диагностирования [15]. В требованиях для каждой области применения систем диагностирования должна быть назначена достоверность диагноза и глубина поиска дефекта с учетом контролепригодности и восстанавливаемости. Данные системы должны учитывать надежность изделия и его составных частей, а также стоимость и трудоемкость диагностирования.

В ГОСТ 23563-79 определение термин контролепригодности не отличается от определения по ГОСТ [2]. Дальнейшее развитие термин контролепригодности объектов диагностирования получило в ГОСТ 24029-80, который устанавливает категории контролепригодности [15]. Согласно [16] под категорией контролепригодности понимается качественная характеристика приспособленности изделия к техническому диагностированию заданными средствами и образуется сочетанием групп конструктивного исполнения изделий по контролепригодности.

ГОСТ 19838-82 оперирует с термином характеристика контролепригодности изделий авиационной техники [17]. В этом документе устанавливает формы и правила выполнения документа ХК, отражающего контролепригодность изделий авиационной АТ. К ХК относятся сведения о контролепригодности изделия АТ, необходимые для разработки эксплуатационной документации и технических заданий (ТЗ) на разработку средств контроля, не являющихся составной частью изделия АТ, а также для оценки контролепригодности изделия АТ.

В стандарте [17] приведены формы, которые необходимо заполнить и они отражают сведения о контролируемых параметрах изделия АТ, а также о характеристиках контролируемых и стимулирующих сигналах.

Раздел «Характеристика контролепригодности» должен содержать следующие разделы:

- введение;
- краткая техническая характеристика;
- контролепригодность.

Во введении указывается наименование изделия АТ и виды обслуживания, на которых осуществляется контроль.

В разделе краткие технические характеристики помещают:

- состав (комплект) изделия АТ;
- перечень сменных сборочных единиц и съемных электрорадиоэлементов с глубиной, до которой может осуществляться поиск мест отказов при эксплуатации изделий АТ;
- задачи контроля, на которые ориентировано контролепригодность изделия АТ, и виды средств контроля, с помощью которых предусмотрено обеспечить выполнение этих задач контроля.

В разделе контролепригодности для ВС указывают:

- размещение на ВС изделий АТ, подлежащих контролю, места установки их контрольных разъемов и других средств подключения;
- доступы и подходы к средствам подключения и их характеристики по габаритам и, при необходимости, по высоте от пола;

- размещение средств контроля и источников силового питания вблизи ВС при контроле, ограничения по их размещению и по длине линий связи от средств контроля;
- размещение на ВС сети сбора и регистрации полетной информации и ее устройств, а также подходы к ним;
- значения показателей, необходимых для оценки контролепригодности ВС (для установленных задач контроля в полете и при обслуживании на земле) и предусмотренных в нормативно-технической документации;
- организацию и методы выполнения установленных задач контроля.

Документ ХК позволяет специалисту оценить и заполнить таблицу 1.

Для анализа контролепригодности применяют следующие три вида характеристик:

характеристики полноты и достоверности технического диагностирования (контроля технического состояния) и глубины поиска места отказа (повреждения);

характеристики затрат времени и труда на техническое диагностирование (контроль технического состояния);

характеристики особенностей конструктивного исполнения (конструктивные характеристики) объектов АТ, обуславливающие удобство технического диагностирования (контроля технического состояния).

Полнота технического диагностирования (контроля технического состояния) - это характеристика, определяющая возможность выявления отказов (повреждений) в объекте диагностирования (контроля) при выбранном методе его диагностирования (контроля).

Для количественной характеристики полноты технического диагностирования АТ могут использоваться следующие показатели:

полнота контроля отказов (повреждений) - отношение математического ожидания числа контролируемых отказов (повреждений) объекта АТ к математическому ожиданию общего числа отказов (повреждений) объекта АТ в течение определенного налета или определенной наработки;

полнота контроля отказов, приводящих к катастрофическим (аварийным) ситуациям - отношение математического ожидания числа контролируемых отказов объекта АТ, приводящих к катастрофическим (аварийным) ситуациям, к математическому ожиданию общего числа отказов объекта АТ, приводящих к катастрофическим (аварийным) ситуациям.

Достоверность технического диагностирования (контроля технического состояния) - это степень объективного соответствия результатов диагностирования (контроля) действительному техническому состоянию объекта диагностирования.

Для количественной характеристики достоверности технического диагностирования (контроля технического состояния) АТ могут использоваться следующие показатели:

условная вероятность необнаруженного отказа (повреждения) при диагностировании (контроле) - вероятность того, что неисправная (неработоспособная) АТ в результате диагностирования (контроля) признается исправной (работоспособной);

условная вероятность ложного отказа (повреждения) при диагностировании (контроле) - вероятность того, что исправная (работоспособная) АТ в результате диагностирования (контроля) признается неисправной (неработоспособной);

условная вероятность необнаруженного отказа (повреждения) в данном элементе (группе элементов) - вероятность того, что при наличии отказа (повреждения) в результате диагностирования принимается решение об отсутствии отказа (повреждения) в данном элементе (группе элементов);

условная вероятность ложного отказа (повреждения) в данном элементе (группе элементов) - вероятность того, что при отсутствии отказа (повреждения) в результате диагностирования принимается решение о наличии отказа (повреждения) в данном элементе (группе элементов).

При изложении результатов определения характеристик контролепригодности следует указывать средства диагностирования (контроля), при использовании которых получены значения этих характеристик.

В 1985 году вышел ГОСТ 26656-85, который заменил ГОСТ 23563-79, ГОСТ 24029-80 и РД 50 - 498 - 84 [18].

В деятельности общества технические и технологические объекты выполняют ответственные функции. Поэтому правильное и своевременное решение проблем обеспечения их безопасной и эффективной эксплуатации является исключительно важным. Опыт эксплуатации ВС показывает, что при отсутствии специальных средств поддержки функционирования и контроля основная часть времени расходуется на ТО. Поэтому для уменьшения времени ТО необходимо внедрять специальные средства и методами обработки диагностической информации с высоким быстродействием, однако применение этих средств и методов может оказаться малоэффективным, если ВС должным образом не контролепригоден. Следовательно, возможность диагностирования ВС необходимо предусмотреть на стадии проектирования и разработке осуществить синтез контролепригодности ВС [19].

Актуальность проблемы определяется важностью решения задач анализа, синтеза и практической реализации контролепригодных ВС с целью повышения надёжности эффективности и качества их функционирования, определяемой на основе эксплуатационных, экономических и социальных оценок.

В связи с этим проблема разработки общих принципов обеспечения контролепригодности и синтеза контролепригодных сложных технических и технологических объектов (в том числе и ВС) является актуальной проблемой. Поэтому Государственным комитетом по науке и техники было принято постановление от 30.10.85 №555 (приложение №75), в котором был сформирован этап – «Разработать теорию и методы диагностического обеспечения электрических и электронных систем управления на всех уровнях ГПС».

Вопросы обеспечения контролепригодности поднимались в работах отечественных ученых П.П. Пархоменко, Е.С. Согомоняна, А.В. Могилёвского, В.А. Гуляева, А.П. Горяшко, Д.В. Сперанского, Л.С. Ломакиной, С.У. Увайсова.

Вопросы обеспечения контролепригодности в настоящее время становятся еще более актуальными, в связи со значительным усложнением ВС и его оборудования.

Контролепригодность - это свойство АТ, заключающееся в ее приспособленности к диагностированию (определению технического состояния) заданными средствами диагностирования.

Приведенное определение термина «контролепригодность» отражает смысл этого понятия, установившийся в отечественной инженерной практике, с учетом эволюции стандартизированной терминологии в данной области. При строгом подходе приведенному определению соответствует термин «приспособленность к диагностированию», а «контролепригодность - это свойство АТ, заключающееся в ее приспособлении к контролю заданными средствами контроля». Таким образом, термин контролируемость мало соответствует термину «приспособленность к диагностированию».

Контролепригодность следует анализировать применительно к каждой задаче определения технического состояния АТ на всех этапах ее эксплуатации. Основными задачами определения технического состояния АТ при ее эксплуатации должны рассматриваться:

контроль технического состояния - проверка соответствия значений параметров объектов АТ требованиям эксплуатационной документации и определение на этой основе вида технического состояния в данный момент времени;

поиск мест и определение причин отказов (повреждений) объектов АТ;

прогнозирование технического состояния объектов АТ с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени;

воспроизведение технического состояния - установление технического состояния объектов АТ по записи значений параметров, произведенной в процессе предшествующего полета (полетов) или в предшествующий цикл (циклы) работы.

В сложившейся инженерной практике понятие «контролепригодность» применительно к АТ традиционно трактуется как приспособленность АТ к ее контролю на разных уровнях членения на составные части для решения всех задач определения технического состояния, являющихся задачами технического диагностирования. Именно это обстоятельство отражает принятое в настоящей статье определение термина «контролепригодность».

Контролепригодность как свойство конструкции авиатехники следует характеризовать технологической продолжительностью и технологической трудоемкостью работ при диагностировании (контроле) АТ. Полные затраты времени и труда на техническое диагностирование (контроль технического состояния) авиатехники следует использовать для определения организационно-технического уровня системы контроля технического состояния (технического диагностирования) АТ. Под характеристиками системы контроля технического состояния АТ понимаются характеристики совершенства не только самой АТ как объекта технического диагностирования, но и в совокупности с ней также применяемых методов и алгоритмов, аппаратных и программных средств диагностирования (контроля), эксплуатационной и ремонтной документации, квалификации и опытности исполнителей работ, выполняемых при диагностировании (контроле) авиатехники, и организации их взаимодействия в соответствии с задачами технического диагностирования АТ.

Свойство «контролепригодность» АТ является одним из компонентов свойств «эксплуатационная технологичность», «ремонтпригодность» и «ремонтная технологичность», но при этом отличается специфичностью части своих характеристик. Оно тесно сочетается также со свойствами «безотказность» и «безопасность полетов» авиационной техники. Вследствие своей важности и специфичности свойство «контролепригодность» при анализе эксплуатационно-технического качества АТ обычно выделяется в самостоятельное свойство объектов авиатехники.

1. ГОСТ Р 27.605-2013. Надежность в технике. Ремонтпригодность оборудования. Диагностическая проверка. - М.: Стандартинформ, 2014. – 28 с.
2. ГОСТ 19919-74. Контроль, автоматизированный технического состояния. Изделий авиационной техники. Термины и определения. - М.: Издательство стандартов, 1974. – 26 с.
3. Болотина М.А. Категория контролируемости в семантической структуре глагола // Вестник РГУ им. И. Канта. - 2008. - Вып. 2. - Филологические науки. - С. 56—60.
4. Теория функциональной грамматики. Темпоральность. Модальность. / Отв. ред. А.В. Бондарко. - Л.: Наука, 1990. — 264 с.
5. Giron T. Countrol: on the semantics of interpersonal manipulation // Syntax and Semantis. N. Y.; L., 1975. V. 4. P. 59—90.
6. Шатуровский И.Б. Пропозициональные установки: воля и желание // Логический анализ языка. Проблемы интенциональных и прагматических контекстов. / АН СССР, Ин-т языкознания; Отв. ред. Н.Д. Арутюнова. - М.: Наука, 1989. - С. 155—185.
7. Васильев И.А., Магомед-Эминов М.Ш. Мотивация и контроль за действием. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. - 144 с.

8. Емелин В.А., Рассказова Е.И., Тхостов А.Ш. Единство и разнообразие процессов формирования идентичности личности // Вопросы философии. 2018. № 2. С. 27–38
9. Белявский Г.И., Чернов А.В. Контролируемость и управляемость в детерминированных динамических системах над конечными полями // Вестник ДГТУ, 2008. Т.8. №4(39). – С. 101-109.
10. Садов Ю.А., Нуралиева А.Б. О концепции нагруженного секционированного космического лифта // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. - 2011. - № 39. - 25 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2011-39>
11. Continuing airworthiness // FLIGHT International, 7 March 1981. – N. 3748. - V. 119. – P. 609.
12. Ramsden J.M. The geriatric jet problem // FUGHT International, 22 October 1977. – P. 1201-1207.
13. Попов Ю.В. Методы обеспечения контролепригодности воздушного судна при проектировании // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. - 2018. - № 6. – С. 7-13.
14. MIL-HDBK-2165. Testability handbook for systems and equipment // Department of Defense, Washington, 1995.
15. ГОСТ 20417—75. Техническая диагностика. Общие положения о порядке разработки систем диагностирования. - М.: Издательство стандартов, 1975. – 7 с.
16. ГОСТ 24029-80. Техническая диагностика. Категории контролепригодности объектов диагностирования. - М.: Издательство стандартов, 1980. – 11 с.
17. ГОСТ 19838-82. Характеристика контролепригодности изделий авиационной техники. Правила изложения и оформления. М., Издательство стандартов, 1982. – 11 с.
18. ГОСТ 26656-85. Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1985. – 10 с.
19. Попов Ю.В., Спиридонов И.Б., Фролков А.И., Никонов В.В., Кулешов А.А. Решение задач по контролепригодности Воздушного судна. // Научный вестник ГОСНИИ ГА. - 2019. - №28 (№ 339). - С. 31-39.