

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

3/2024



Формирование
системы сертификации
беспилотных
авиационных систем

Промышленная чистота
при создании авиационно-
космической техники

Перспективы применения
машиночитаемых
стандартов в авиационной
промышленности

Концепции
информационной
безопасности эргосистем
и безопасности
информации

«МЫ МНОГО ВНИМАНИЯ УДЕЛЯЕМ ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕВООРУЖЕНИЮ АРМИИ И ФЛОТА. РЕЧЬ ИДЁТ КАК О МОДЕРНИЗАЦИИ И УЛУЧШЕНИИ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРУЖИЯ И ТЕХНИКИ, СТОЯЩИХ НА ВООРУЖЕНИИ, ТАК И О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ НОВЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОБРАЗЦОВ <...>

У НАС РЕАЛИЗУЕТСЯ ПРОГРАММА КОМПЛЕКСНОГО ПЕРЕОСНАЩЕНИЯ АРМИИ И ФЛОТА, А ЗНАЧИТ, В ВОЙСКА ПОСТУПАТ УЖЕ НЕ ЕДИНИЧНЫЕ, А СЕРИЙНЫЕ ОБРАЗЦЫ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОТОЧНЫХ СРЕДСТВ ПОРАЖЕНИЯ И БРОНЕТЕХНИКИ, АВИАЦИИ, КОМПЛЕКСОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА И КОНТРБАТАРЕЙНОЙ БОРЬБЫ, СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗИ <...>

И КОНЕЧНО, БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАСИСТЕМЫ РАЗНЫХ ТИПОВ: ОТ СТРАТЕГИЧЕСКИХ И ТЯЖЁЛЫХ ДО МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ. А ЭТО И РАЗВЕДЧИКИ, И УДАРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ПАТРУЛЬНЫЕ, КОНТРБАТАРЕЙНЫЕ, КОМПЛЕКСЫ-САПЁРЫ, МИНЁРЫ И ИСТРЕБИТЕЛИ... <...>

ОДНАКО ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЭТИХ ВООРУЖЕНИЙ НУЖНЫ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫЕ РАСЧЁТЫ И ЭКИПАЖИ».

*В.В. Путин, Президент Российской Федерации,
из вступительного слова на совещании по вопросам развития
Вооруженных Сил в условиях специальной военной операции
(Санкт-Петербург, 18 сентября 2024 года)*

Источник <http://kremlin.ru>

Уважаемые коллеги!

Развитие авиационно-космической отрасли в современных условиях невозможно без применения перспективных технологий, специализированной системы сертификации и машиночитаемых стандартов. Подходы к решению этой комплексной задачи – тема очередного номера журнала «Стандартизация военной техники».

При проектировании и производстве авиационной, ракетно-космической техники особое значение придается обеспечению промышленной чистоты, что не случайно. Причинами ряда инцидентов в отрасли становилось нарушение технологии выпуска изделий в части промышленной чистоты. Например, попавшие в полость двигателя посторонние частицы приводили к аварийному отключению механизмов ракеты-носителя и потере дорогостоящего спутника связи, который планировалось вывести на орбиту. Стоимость ликвидации последствий подобных аварий исчисляется миллиардами рублей.

В сборочных цехах и на монтажно-испытательных комплексах должен быть обеспечен необходимый класс промышленной чистоты, установленный техническими условиями. На страницах этого номера эксперты поясняют, чем обусловлены нормы промышленной чистоты и что представляет собой методика определения допустимого уровня загрязнения. Исторически сложившиеся нормы во многом устарели. В настоящее время разрабатывается методика оценки норм промышленной чистоты, основанная на результатах анализа последствий отказов техники.

По-прежнему актуальна задача создания системы сертификации, учитывающей особенности эксплуатации беспилотных авиационных систем. Сегодня сертификат беспилотным авиационным системам выдается в соответствии с нормами для пилотируемой авиации. Данный подход не способствует развитию беспилотной авиации, которая может стать одним из драйверов российской экономики. Эксперты проанализировали соответствующую правовую базу, сделали выводы и предлагают пути решения проблемы.

На фоне развития технологий все более востребованными становятся машиночитаемые стандарты. Предусмотренные такими документами правила и требования автоматически интерпретируются и применяются компьютерными системами. О перспективах применения машиночитаемых стандартов в авиационной промышленности идет речь еще в одной статье.

Современные подходы к обеспечению информационной безопасности человеко-машинных систем управления сложными динамическими объектами и безопасности информации представили в этом номере эксперты Российского института стандартизации и Российской академии наук.

По традиции желаем вам интересного и познавательного чтения.

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

ЖУРНАЛ

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

3/2024

ИЗДАТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Российский институт
стандартизации»

Российская Федерация,
117418 г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2

Журнал является периодическим текстовым
электронным изданием.

Форма распространения – сетевое издание.

РЕДАКЦИЯ

Руководитель К.В. Костылева
Литературный редактор С.П. Арянина
Верстка А.В. Хорошилова
Корректурa Л.С. Лысенко

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российская Федерация,
117418, Москва,
Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2
+7 (495) 531-26-03

Выпуск журнала «Стандартизация военной техники» возобновлен в 2023 году во исполнение пункта 40 Плана мероприятий («дорожной карты») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года, утвержденного Заместителем Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Козаком от 15 ноября 2019 г. № ДК-П7-9914.

Издается Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»).

Журнал осуществляет публикацию материалов по актуальным вопросам стандартизации военной техники с целью обмена опытом между специалистами, а также информационного и методического обеспечения работ по стандартизации оборонной продукции.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Перепечатка материалов допускается только с письменного согласия редакции.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать 30.09.2024
Дата выхода в свет 30.09.2024
Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 4,75.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕРТИФИКАЦИЯ БАС

Формирование специализированной системы сертификации беспилотных авиационных систем

Алсу Козлова, канд. экон. наук, доцент кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

Андрей Исаев, инженер отдела технического контроля АО «НПО ГИПО»

4

ОТРАСЛЕВАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Промышленная чистота при создании авиационно-космической техники: установление оптимальных норм

Игорь Круглов, аспирант, ИПТИП, ФГБУ «МИРЭА – Российский технологический университет», руководитель направления проектного офиса, АО «НПО «Техномаш им. С.А. Афанасьева»

18

Перспективы применения машиночитаемых стандартов в авиационной промышленности

Илья Даниленко, аспирант, Российский институт стандартизации

Никита Куприков, канд. техн. наук, доцент кафедры 101 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)», главный специалист Российского института стандартизации

23

БЕЗОПАСНОСТЬ

Концепции информационной безопасности эргасистем и безопасности информации

Алексей Бурый, эксперт РАН, Российский институт стандартизации

Дмитрий Ловцов, д-р техн. наук, Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук

28

АЛСУ КОЗЛОВА,

канд. экон. наук, доцент кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества,
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

АНДРЕЙ ИСАЕВ,

инженер отдела технического контроля АО «НПО ГИПО»

ФОРМИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В статье рассматриваются вопросы создания системы сертификации, учитывающей особенности эксплуатации беспилотных авиационных систем, определены ее наиболее важные структурные компоненты. Необходимость формирования такой системы обусловлена тем, что сертификат беспилотным авиационным системам выдается в соответствии с нормами для пилотируемой авиации. Применение такого подхода не способствует развитию беспилотной авиации, которая может стать одним из драйверов российской экономики. Для устранения имеющихся противоречий необходимы усилия со стороны государства и многочисленных участников рынка, грамотная политика развития инфраструктуры беспилотной отрасли. Авторы проанализировали соответствующую правовую базу, сделали выводы и предлагают пути решения проблемы.

Авиация – неотъемлемая часть мировой экономики. Современные летательные аппараты (далее – ЛА) представляют собой образцы инженерной мысли, соединившие в себе новаторские идеи и богатый опыт предшествующих поколений разработчиков и эксплуатантов.

Идея создания ЛА, способных осуществлять полет в автономном или дистанционном режиме, не нова. В истории авиации немало примеров

дистанционно управляемых летательных аппаратов (далее – ДПЛА), или беспилотных воздушных судов (далее – БВС), значительно опередивших свое время, но не получивших широкого распространения.

Достижения микроэлектроники, разработка языков программирования и создание новых конструкционных материалов дали импульс развитию беспилотного направления в авиации,

а интерес со стороны бизнеса обусловил стремительное техническое совершенствование беспилотной авиации. При этом разработка и внедрение законодательных норм, определяющих порядок действий участников отрасли – от разработчиков до внешних пилотов, ведутся со значительной задержкой.

Очевидно, что научно-технические достижения опережают результаты работы в законодательной сфере. Задержка развития нормативно-правовой базы влечет за собой сворачивание многообещающих проектов, переход специалистов в иные направления техники и другие явления, тормозящие рост отрасли беспилотных авиационных систем (далее – БАС).

Отсутствие стандартов и правил не ограничивает разработчиков в поиске конструктивных решений и практических способов их реализации, однако препятствует возможности братьяся за сложные, прибыльные задачи. Кроме того, возрастают финансовые риски:

- для заказчика высока вероятность упустить выгоду от несоответствия возможностей исполнителя ожиданиям заказчика;
- исполнитель не может предоставить заказываемую услугу из-за законодательных ограничений.

Наряду с уязвимостями экономического характера существуют опасности и угрозы для государства и российской экономики в целом. Участники конференции «Обеспечение безопасности и повышение мобилизационного потенциала беспилотной авиации», прошедшей 5 августа 2023 г. в рамках Международного военно-технического форума «АРМИЯ-2023» [1], отмечали, что в гражданской авиации РФ применяются технологии, раскрывающие содержание деятельности, связанной с авиацией, включая места изготовления, ремонта, базирования, маршруты воздушных судов. Эксперты акцентировали внимание на том, что наращивание наземной инфраструктуры на основе заимствованных технологий формирует предпосылки для реализации будущих внешних угроз.

«Мы находимся в моменте глобальных исторических и технологических изменений. Именно сейчас самое время задать стратегический вектор развития беспилотной авиации на действительно суверенных принципах не только импортонезависимости, но неподконтрольности и неуязвимости нашей авиатранспортной системы перед потенциальным противником», – отметил генеральный директор ассоциации «Аэронекст» Глеб Бабинцев [1].

Таким образом, разработка соответствующей нормативно-правовой базы должна обеспечить развитие беспилотной авиации в Российской Федерации, что позволит сократить в ближайшем будущем отставание нашей страны в данной сфере.

Объектом изучения в этой работе является беспилотная авиационная система (unmanned aircraft system – UAS) – комплекс из одного или нескольких беспилотных воздушных судов (далее – БВС), оборудованных системами навигации и связи, средствами обмена данными и полезной нагрузкой, а также наземных технических средств передачи данных. Предмет изучения – система сертификации беспилотных авиационных систем.

Методологическую основу составили общенаучные и специальные методы исследования, в частности, структурно-функционального, системного анализа, формально-логический.

Нормативная база исследования включает в себя положения Воздушного кодекса РФ, Федеральные правила использования воздушного пространства (далее – ФПИВП), Федеральные авиационные правила (далее – ФАП), постановления правительства Российской Федерации, ведомственные приказы, материалы, опубликованные на сайтах Президента РФ и Правительства РФ. Теоретическую основу исследования в части описания физических процессов, происходящих в полете БВС, составили труды таких ученых и исследователей, как А.Н. Туполев, А.В. Вытовтов, А.В. Калач, С.Ю. Разиньков,

Н.И. Попова, О.В. Емельянова, С.Ф. Яцун, А.И. Савин, С.В. Ефимов, Фетисов, Л.М. Неугодникова, В.В. Адамовский, Р.А. Красноперов, А.В. Никоноров.

Материалов, направленных на теоретическую проработку темы сертификации, не обнаружено, кроме обсуждений и предложений на сайтах общественных организаций и объединений.

Практической основой исследования служат литература прикладного характера, материалы обсуждений технических особенностей и потенциала БАС, проблем на этапе их применения, содержащиеся в открытых интернет-источниках.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Российская Федерация – демократическое государство с республиканской формой правления [2]. На территории Российской Федерации действует верховенство права, что характеризует регулирование государственных и общественных отношений посредством законодательства. В их числе общественные отношения, возникшие ввиду широкого использования БАС как в производственных целях организациями

и ведомствами, так и в личных целях обычными гражданами. Регулирование этих отношений осуществляется воздушным законодательством, состоящим из Воздушного кодекса, федеральных законов, указов Президента РФ, федеральных правил, а также принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации [3].

В процессе развития воздушное законодательство сложилось в систему нормативных актов во главе с основным законом государства – Конституцией Российской Федерации (рис. 1). Под системой воздушного законодательства понимается построение нормативных актов в порядке, определяемом компетенцией издавших их органов, их содержанием и структурой. Структура воздушного законодательства как элемент системы воздушного законодательства позволяет наиболее полно раскрыть ее содержание. Чем более совершенна структура и система воздушного законодательства, тем яснее его содержание и легче его применение.

В Воздушном кодексе Российской Федерации системно изложены нормы воздушного пра-

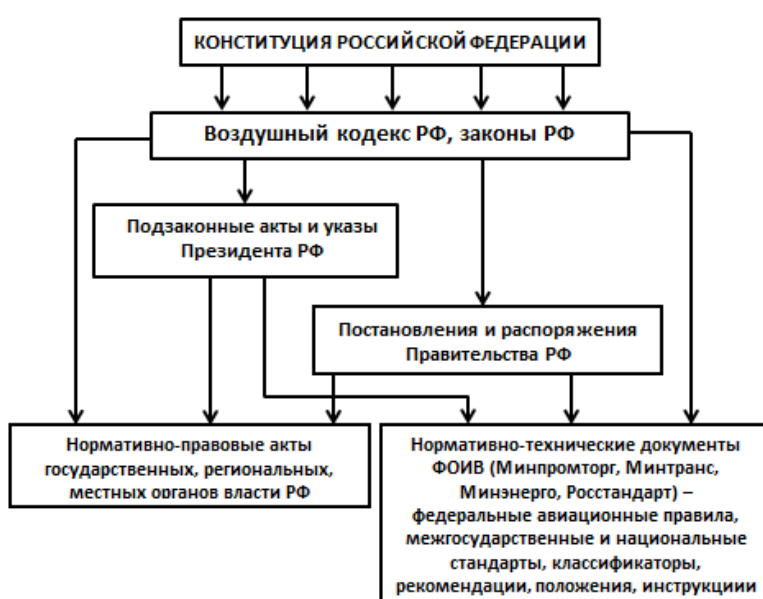


Рис. 1. СОПОДЧИНЕННОСТЬ ПРАВОВЫХ АКТОВ
В СООТВЕТСТВИИ С КОНСТИТУЦИЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСТОЧНИК: РАЗРАБОТАНО АВТОРОМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ [4]

ва, регулирующие деятельность авиации в целях охраны интересов государства, обеспечения безопасности полетов ВС и удовлетворения потребностей народного хозяйства и граждан. Кодекс содержит ссылки на свод федеральных авиационных правил, состоящий из блоков, в которых конкретизируются и уточняются (рис. 2) требования, в том числе по безопасности.

Одно из основных направлений деятельности гражданской авиации – безопасное осуществление перевозок и авиационных работ. Имен-

но этот аспект обеспечивается оборудованием и летательными аппаратами, прошедшими сертификацию. Проведение сертификации изделий авиационной техники, а также разработчиков и изготовителей регламентируется ФАП 184 «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21» (см. рис. 2 – блок 2).

За последние два десятилетия в России было разработано более 200 БВС, до этапа подачи заявки в Росавиацию дошло значительно меньше.

Блок 1 Общие и процедурные правила	Блок 2 Воздушные суда (Приложения 7.8 ICAO)	Блок 3 Авиационный персонал (Приложение 1 ICAO)	Блок 4 Воздушное пространство (Приложения 2, 11 ICAO)	Блок 5 Общие и процедурные правила (Приложения 2, 6 ICAO)
Блок 6 Эксплуатанты и субъекты гражданской авиации. Сертификация, регистрация и эксплуатация	Блок 7 Сертифицируемые организации и объекты ГА	Блок 8 Аэропорты и организации, занимающиеся аэропортовой деятельностью	Блок 9 Авиационная электросвязь. Оборудование аэродромов и воздушных трасс. Объекты ЕС ОрВД (Приложение 10 ICAO)	Блок 10 Аэронавигационная информация (Приложения 4, 15 ICAO)
Блок 11 Организация воздушного движения. (Приложение 11 ICAO)	Блок 12 Поиски спасание (Приложение 12 ICAO)	Блок 13 Расследование авиационных происшествий и инцидентов (Приложение 13 ICAO)	Блок 14 Аэродромы и посадочные площадки (Приложение 14 ICAO)	Блок 15 (5) Метеорологическое обеспечение (Приложение 3 ICAO)
Блок 16 Охрана окружающей среды от воздействия деятельности авиации (Приложение 16 ICAO)	Блок 17 Авиационная безопасность (Приложение 17 ICAO)	Блок 18 Воздушные перевозки и авиационные работы (Приложение 18 ICAO)	Блок 19 Резерв	Блок 20 Экономические правила

Рис. 2. СТРУКТУРА СВОДА ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВИАЦИОННЫХ ПРАВИЛ, РЕГУЛИРУЮЩИХ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСТОЧНИК: [4]

На форуме «Цифровая транспортация», прошедшем 19 декабря 2023 г., глава Росавиации Дмитрий Ядров заявил: «Сегодня у нас 14 заявок на получение сертификата типа от десяти произ-

водителей. Основным барьером мы видим высокую стоимость и сроки»¹.

¹ <https://mashnews.ru/nol-za-god.-rosaviacziya-reshila-pomenyat-trebovaniya-k-sertifikaczii-bespilotnikov.html> (дата обращения: 06.01.2024).

По состоянию на дату написания статьи сертификаты выданы двум БВС вертолетного типа: БВС-200 (разработка АО «НЦВ Миль и Камов»), БВС ВТ 440 (разработка НПП «Радар ммс»). Полученные сертификаты не являются полноценными документами: сертификат на БАС-200 имеет ограниченную категорию², а БВС ВТ 440 сертифицирован в рамках экспериментально-правового режима (далее – ЭПР)³. В комментариях к сообщению о сертификации БВС ВТ 440 А.Я. Книгвель, исполнительный директор ФАУ «Авиарегистр России» по сертификации разработчиков и изготовителей гражданской авиационной техники, написал: *«Это получен не сертификат типа на БАС, а разрешение на полеты исключительно в зоне действия экспериментально-правового режима. К реальной сертификации типа это не имеет, к сожалению, никакого отношения»*.

Основными препятствиями развития беспилотной отрасли в России эксперты считают нормативную базу и стоимость сертификационных работ (второе напрямую зависит от первого). По мнению эксперта НТИ «Аэронет» Павла Камнева, *«ключевая проблема сертификации БАС заключается в абсолютно не приспособленных под беспилотники требованиях Росавиации. В Федеральные авиационные требования по сертификации авиатехники добавили после запятой аббревиатуру БАС и на этом успокоились»*⁴. Подход Росавиации критикует основатель системы сертификации БАС RunAvia Андрей Патраков: *«Дело в том, что помимо неподъемной для многих суммы, существуют требования, которые нельзя выполнить исходя из особенностей летательного аппарата. Разработчику беспилотника, который весит больше 30 килограммов, нужно пройти*

*тот же путь и соответствовать тем же требованиям по безопасности, как самолету, перевозящему 200 человек»*⁵.

Специалисты отрасли называют несколько причин трудностей на пути развития отрасли БАС в Российской Федерации:

- несовершенство государственной политики РФ в сфере беспилотной авиации, отсутствие адекватной нормативно-правовой базы;
- большие временные и финансовые затраты при сертификации БАС;
- несогласованность технологических подходов при планировании взаимодействия БВС и пилотируемых воздушных судов (далее – ПВС);
- административные барьеры на пути интеграции БАС в единое воздушное пространство (далее – ВП);
- проблемы обеспечения безопасности полетов БВС;
- подходы к разработке стандартов, распределению компетенций, отсутствие полноценно подготовленных кадров;
- ввод запрета на полеты БВС в большинстве регионов РФ;
- низкий уровень осведомленности о возможностях БАС у потенциальных потребителей, пользователей.

К первоочередным отраслевым задачам относятся формирование согласованной государственной политики, устранение административных барьеров и формирование специализированной системы сертификации.

Ассоциация «АЭРОНЕКСТ» (Ассоциация работодателей и предприятий индустрии беспилотных авиационных систем) составила перечень⁶ предложений по совершенствованию законодательства и устранению административных ба-

² <https://favt.gov.ru/sertifikaciya-avia-tehniki-sertifikaciya-tipa-avia-tehnika-odobritelniye-documenty?id=5507> (дата обращения: 06.01.2024).

³ https://aeronext.aero/press_room/achivements/252168 (дата обращения: 06.01.2024).

⁴ <https://www.forbes.ru/tekhnologii/503039-rosaviacia-perenesla-sertifikaciju-rossijskih-bespilotnikov-na-2024-god> (дата обращения: 11.01.2024).

⁵ <https://mashnews.ru/nol-za-god.-rosaviacziya-reshila-pomenyat-trebovaniya-k-sertifikaczii-bespilotnikov.html> (дата обращения: 11.01.2024).

⁶ https://aeronext.aero/UserFiles/ContentFiles/2023-3-6_16-55-49_36_2023_По%20списку_сбор%20предложении%20законодательство.pdf (дата обращения: 07.01.2024).

рьеров в целях реализации плана мероприятий по развитию отрасли БАС – «дорожную карту» Национальной технологической инициативы по направлению «Аэронет».

В указанном перечне 14 предложений с мероприятиями, направленными на упрощение процедур внедрения БАС в народное хозяйство, в том числе решение большинства проблем в области сертификации БАС. Наиболее актуальными, на наш взгляд, являются следующие положения, связанные с изменением действующих ФАП и норм летной годности (далее – НЛГ), а также разработкой новых:

- установление критериев дифференцированного подхода к регулированию (классификации) беспилотных авиационных систем (п. 1);
- установление дифференцированных требований, порядка и процедуры проведения подтверждения соответствия таким требованиям юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих коммерческую деятельность с применением БАС с установлением возможности сертификации эксплуатанта в форме декларирования соответствия для малорисковых классов БАС (п. 2);
- установление дифференцированного подхода к формам подтверждения соответствия требованиям к авиационной технике и комплектующим изделиям в форме декларирования соответствия или использования систем добровольной сертификации для малорисковых классов БАС (п. 4);
- установление требований к летной годности беспилотных авиационных систем в части радиокомандной линии контроля / управления полетом и обмена сообщениями (Линия С3) (п. 7);
- установление требований к летной годности беспилотных авиационных систем в части систем автоматического определения местоположения беспилотных и/или пилотируемых воздушных судов и автоматического избегания столкновений (п. 8);

- установление требований и порядка обеспечения авиационной безопасности при эксплуатации БАС (п. 9);
- стандартизация средств и алгоритмов автоматического уклонения от столкновений при интеграции беспилотных воздушных судов в общее с пилотируемыми воздушными судами воздушное пространство (п. 14).

Понимание сложившейся в РФ ситуации с беспилотниками есть на высшем государственном уровне. 28 июня 2023 г. Правительство РФ утвердило Стратегию развития беспилотной авиации на период до 2030–2035 гг. Соответствующее распоряжение № 1630-р, подписанное премьер-министром РФ Михаилом Мишустиным, размещено на официальном сайте Правительства РФ⁷ Основным управленческим механизмом реализации принятой стратегии должен стать национальный проект «Беспилотные авиационные системы», говорится в правительственных сообщениях.

Национальный проект «Беспилотные авиационные системы» состоит из следующих федеральных проектов:

«Стимулирование спроса на отечественные БАС» (в ведении Минпромторга);

«Стимулирование разработки, стандартизации и серийного производства БАС и комплектующих» (в ведении Минпромторга);

«Кадры для беспилотных авиационных систем» (в ведении Минобрнауки);

«Перспективные разработки» (в ведении Минпромторга, на дату написания статьи находится в разработке);

«Развитие инфраструктуры, обеспечение безопасности и формирование специализированной системы сертификации БАС» (в ведении Минтранса).

⁷ <http://static.government.ru/media/files/3m4AHa9s3PrYTDr316ibUtyEVUpnRT2x.pdf>
(дата обращения: 07.01.2024)

Можно констатировать, что наметились пути устранения одного из основных факторов, сдерживающих развитие беспилотной авиации в России, – отсутствия специализированной системы сертификации, заложены основы для ее формирования. Ожидается, что пакет международных стандартов и рекомендаций для крупноразмерных БВС гражданского назначения, а в дальнейшем на их базе и национальных стандартов РФ, будет разработан в 2024 г.

Необходимо отметить, что работа по созданию нормативной базы для беспилотной авиации в нашей стране ведется достаточно давно. Рассмотрим некоторые из разработанных документов.

Федеральным государственным унитарным предприятием Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (далее – ФГУП ГосНИИ ГА) разработан документ ГОСТ Р 56122–2014. Национальный стандарт Российской Федерации – «Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования».

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП «ЦАГИ») совместно с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского» (далее – ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского») представило комплект документов⁸:

- ГОСТ Р 57258–2016 «Системы беспилотные авиационные. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 59517–2021 «Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация»;
- ГОСТ Р 59518–2021 «Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки»;
- ГОСТ Р 59519–2021 «Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиа-

ционных систем. Спецификация и общие технические требования»;

- ГОСТ Р 59520–2021 «Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства внешнего пилота»;
- ГОСТ Р 58849–2020 «Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения».

«Разработка стандартов осуществлялась с учетом гармонизации с общепринятыми международными стандартами, правилами и требованиями на разработку, производство, ремонт, испытания и послепродажное обслуживание авиационной техники. Их применение будет способствовать дальнейшему формированию актуальной нормативно-технической базы, обеспечивающей регулирование в сфере гражданских беспилотных авиационных систем, включая вопросы, связанные с сертификацией авиационной техники, а также организаций разработчиков, изготовителей и эксплуатантов беспилотных авиационных систем», – отметил⁹ генеральный директор Союза авиапроизводителей Евгений Горбунов.

Изучение и сравнение стандартов с Воздушным кодексом и ФАП позволили выявить различия, которые на этапе применения стандартов будут затруднять работу разработчика, сертификационного центра и изготовителя. Обнаружены разночтения между ВК РФ и ФАП по ряду важнейших исходных терминов. Рассмотрим некоторые из них.

1

Расхождения в терминах и определениях

По результатам сравнения составлена таблица для некоторых терминов с соответствующими определениями «Сравнение терминов и соответствующих определений из ВК РФ, ФАП, ГОСТ».

2

Классификация БВС

В указанных стандартах подходы к классификации БВС различаются:

⁸ <https://aviationunion.ru/media/news/22238/> (дата обращения: 07.01.2024)

⁹ там же

СРАВНЕНИЕ ТЕРМИНОВ И СООТВЕТСТВУЮЩИХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ИЗ ВК РФ, ФАП, ГОСТ Р

БЕСПИЛОТНОЕ ВОЗДУШНОЕ СУДНО

ВК РФ	Беспилотное воздушное судно – воздушное судно, управляемое, контролируемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого воздушного судна (внешний пилот) ¹⁰
ФАП (ФП ИВП №138)	отсутствует (при этом есть определения аэростата, дирижабля (ФП ИВП № 138) ¹¹
ГОСТ Р 57258–2016 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения ¹²	Воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого ВС, или выполняющее автономный полет по заданному предварительно маршруту
ГОСТ Р 56122–2014 «Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования» ¹³	Воздушное судно, которое предназначено выполнять полет без пилота на борту

БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА

ВК РФ	Комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов (станцию внешнего пилота и линию управления беспилотными авиационными системами и контроля беспилотной авиационной системы), а также средства осуществления взлета и посадки беспилотных воздушных судов
ГОСТ Р 57258–2016 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения	Комплекс, включающий одно или несколько беспилотных ВС, оборудованных системами навигации и связи, средствами обмена данными и полезной нагрузкой, а также наземные технические средства передачи – получения данных, используемые для управления полетом и обмена данными о параметрах полета, служебной информацией и информацией о полезной нагрузке такого или таких ВС, и канал связи со службой управления воздушным движением
ГОСТ Р 56122–2014 «Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования»	Воздушное судно и связанные с ним элементы, которые эксплуатируются без пилота на борту

СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ БАЗИС

ВК РФ, ст. 37, п. 11 (для гражданского воздушного судна, авиационного двигателя, воздушного винта, беспилотной авиационной системы и (или) ее элемента)	Совокупность требований, необходимых для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем и (или) их элементов, гражданских воздушных судов, авиационных двигателей, воздушных винтов и охраны окружающей среды от воздействия деятельности в области авиации
ФАП «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21» Глава 13. Приложения	Документ, содержащий требования к летной годности и охране окружающей среды, применимые к данному типу АТ либо модификации.

¹⁰ <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102046246> (дата обращения: 07.01.2024).

¹¹ https://fap-avia.ru/index.php?doc_num=1 (дата обращения: 07.01.2024).

¹² <https://docs.cntd.ru/document/1200141433> (дата обращения: 07.01.2024).

¹³ <https://docs.cntd.ru/document/1200113342> (дата обращения: 07.01.2024).

¹⁴ <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102046246> (дата обращения: 07.01.2024).

¹⁵ <https://docs.cntd.ru/document/1200141433> (дата обращения: 07.01.2024).

¹⁶ <https://docs.cntd.ru/document/1200113342> (дата обращения: 07.01.2024).

¹⁷ <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102046246> (дата обращения: 07.01.2024).

¹⁸ https://fap-avia.ru/index.php?doc_num=69 (дата обращения: 07.01.2024).

- ГОСТ Р 57258–2016, разд. 3.2¹⁰⁹ классифицирует БВС по особенностям их конструкции (дирижабль, мультикоптер, квадракоптер – при этом отсутствуют другие типы);
- ГОСТ Р 56122–2014, п. 4.3¹¹⁰ классифицирует БВС «аналогично пилотируемым ВС на основе установленных основных характеристик, например, самолет, планер, вертолет, свободный аэростат, которые могут выполнять разнообразнейшие работы: пограничное и морское патрулирование, аэрофотосъемку, видеосъемку, поиск и спасение, наблюдение за линиями газовых и нефтепроводов, линиями электропередачи, использование в качестве ретрансляторов, природоохранные и исследовательские полеты и пр.»;
- ГОСТ Р 59517–2021, разд. 5, п.п. 5.1–5.4²¹ классифицирует БВС, используемые в со-

¹⁰⁹ <https://docs.cntd.ru/document/1200141433> (дата обращения: 07.01.2024).

¹¹⁰ <https://gostassistant.ru/doc/a00931bb-3eee-46d7-9508-e0722844269d> (дата обращения: 07.01.2024).

²¹ <https://gostassistant.ru/doc/a1c73ca2-8998-4725-84c4-36f0c3bbcef4> (дата обращения: 07.01.2024).

ставе БАС по следующим признакам: максимальная взлетная масса, достигаемая в полете кинетическая энергия, эксплуатационное назначение, условия видимости (рис. 3).

3 ГОСТ Р 59517–2021 содержит положения, не гармонизированные с ВК РФ и ФАП:

- подп. 2 п. 5.4.1 устанавливает применение с дополнительным наблюдателем, не предусмотренное воздушным законодательством;
- п. 5.4.2 устанавливает возможность автономного полета БАС за пределами прямой радиовидимости, что не предусмотрено воздушным законодательством;
- п. 8.1. устанавливает возможность выполнения полета БВС в несегрегированном воздушном пространстве по правилам визуальных полетов (далее – ПВП). Полет БВС по ПВП, предполагающим ориентирование экипажа и выдерживание безопасных расстояний посредством визуального наблюдения за различными ориентирами на местности и другими воздушными судами, невозможен.

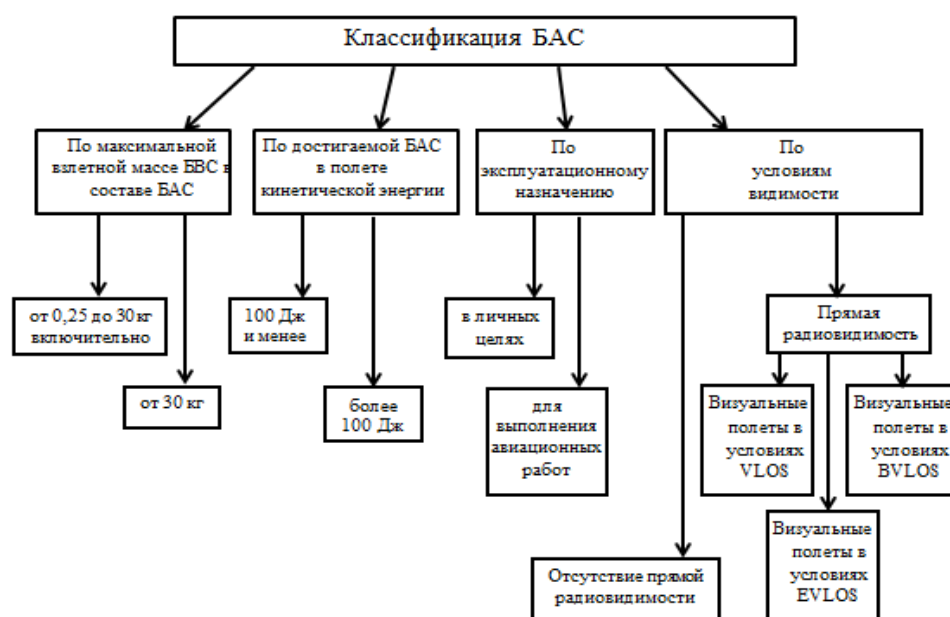


Рис. 3. КЛАССИФИКАЦИЯ БВС В СОСТАВЕ БАС

ИСТОЧНИК: РАЗРАБОТАНО АВТОРОМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ [5]

4 Приведенная в ГОСТ Р 59517–2021 категоризация не учитывает БВС с максимальной взлетной массой (далее – МВМ) 30 кг и менее, выполняющие полет BVLOS в сегрегированном ВП, что составляет почти весь объем действующих БВС такого типа. Категории А, В, С учитывают массу БВС, условия (видимость), но не учитывают прикладное применение (мониторинг, обучение, логистику, опрыскивание, ретрансляцию).

5 П. 5.4.1, третий абзац предусматривает полет в отсутствие прямой радиовидимости, поэтому должен быть перемещен в п. 5.4.2 «Отсутствие прямой радиовидимости».

Создание системы сертификации, обеспечивающей допуск к эксплуатации надежных и безопасных БАС возможен, на наш взгляд, только при полной согласованности терминологической базы. Оформление единого терминологического словаря, определение критериев классификации должны стать точкой отсчета при формировании специализированной системы сертификации БАС.

При определении критериев классификации следует учитывать принципы необходимости и достаточности: количество критериев должно быть минимальным в целях снижения объема документации, но оптимальным, чтобы исключить применение дополнительных документов.

Следует отметить, что при сертификации БАС необходимо применение НЛГ, что предполагает полноту и актуальность соответствующей нормативной базы. Стандарт, определяющий требования к НЛГ, оформлен только для БАС с БВС самолетного типа²² взлетной массой от 30 до 5700 кг. Для БАС с БВС ВТ взлетной массой до 750 кг НЛГ утверждены приказом Минтранса №806-П от 10 ноября 2022 г. Национальных стандартов (или приказов), определяющих требования к

НЛГ для БАС с БВС других типов на дату написания статьи, не обнаружено.

Систему сертификации БАС следует строить на основе проверенной системы сертификации ПВС, которая должна быть скорректирована с учетом особенностей БАС. При внесении изменений в действующую систему сертификации в части, касающейся БАС, или при разработке новой, направленной только на БАС, необходимо учитывать следующее: интеграция БАС не должна приводить к снижению существующего уровня безопасности полетов ПВС, снижению уровня авиационной безопасности, увеличению риска для наземной инфраструктуры, третьих лиц в воздухе и на земле. Поэтому к изменению устоявшейся структуры, регулируемой ФАП-184²³ «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21» (см. рис. 2, блок 2) и состоящей из трех частей – сертификация типа, сертификация разработчика и сертификация изготовителя – нужно подходить внимательно и с осторожностью.

Обеспечение установленного уровня безопасности полетов, снижение рисков при использовании БАС – задачи, решаемые совместными усилиями проектировщиков, изготовителей и эксплуатантов. То есть безопасность и достижение приемлемого уровня риска – комплексная задача, требующая системного подхода на каждом этапе создания и эксплуатации БАС.

На стадии сертификации БАС следует применять риск-ориентированный подход, основанный на требуемых эксплуатационных характеристиках, которые, в свою очередь, определяются используемыми технологиями. Риск-ориентированный подход предполагает пропорциональную зависимость уровня доступа конкретного БВС в воздушное пространство от создаваемого им риска при выполнении конкретного полета.

Наиболее важными при проведении оценки эксплуатационных рисков БАС в зависимости от

²² <https://docs.cntd.ru/document/1200181192> (дата обращения: 08.01.2024).

²³ https://fap-avia.ru/index.php?doc_num=69#ancsub2 (дата обращения: 09.01.2024).

используемых технологий являются риски безопасности полетов. Риск безопасности полетов определен Международной организацией гражданской авиации (далее – ИКАО) как комбинация предполагаемой вероятности возникновения нежелательного результата при применении любого воздушного судна и связанной с ним серьезности последствий или результатов опасности [6].

Риск безопасности при полетах – это риск причинения вреда другим пользователям воздушного пространства, людям на земле, а также инфраструктуре. Другие риски, хотя и являются второстепенными, также должны приниматься во внимание при проведении оценки применимости конкретной технологии в интересах интеграции БАС с использованием риск-ориентированного подхода.

Определение целевых показателей безопасности полетов базируется на расчетах максимально допустимой вероятности наихудшего возможного последствия, под которым понимаются случаи с летальным исходом при неуправляемом падении БВС на землю или столкновения БВС с пилотируемыми ВС и между собой [6]. Данная вероятность определяет целевой уровень безопасности полетов. Задание этого значения означает такой уровень технологий, используемых при производстве БАС, что при заданной частоте возникновения опасностей, частота происшествий не превышает заданный целевой уровень. Определить целевые показатели безопасности полетов для наихудшего возможного последствия на основе классификации, содержащейся в [5], не представляется возможным ввиду других вариантов применения, иных способов исполнения и конструктивных решений. Классификация, представленная в [5], должна быть доработана с учетом классификации, предлагаемой ведущими специалистами в области гражданской авиации: генеральным директором ГосНИИ ГА В.С. Шапкиным, исполнительным директором ФАУ

«Авиационный регистр России» А.Я. Книвелем. Их вариант²⁴ основан на следующих критериях:

- вид деятельности;
- схемное решение конструкции БВС;
- тип двигательной установки;
- тип пункта дистанционного пилотирования (далее – ПДП);
- тип оборудования, используемого для линии контроля и управления С2;
- характеристики используемого воздушного пространства.

При этом эксперты напоминают, что риски вероятностей возникновения и тяжести последствий необходимо оценивать для каждой типовой полетной операции в соответствующем классе воздушного пространства или ожидаемого эксплуатационного сценария применения БАС. Но характеристики БАС и ожидаемые условия эксплуатации в реальных условиях взаимодействуют в различных формах, что не позволяет свести поиск схемы сертификации к одной упрощенной схеме, учитывающей все особенности БАС.

Для упрощения и удешевления процессов сертификации специалисты предлагают также разработать на основе риск-ориентированного подхода типовые сертификационный базис, программу сертификационных работ, программу стендовых наземных и летных испытаний. Кроме того, результатом разработок могут быть стандарт, методика, рекомендации по применению риск-ориентированного подхода при оценке соответствия БВС.

На этапе подготовки перечисленных типовых документов следует использовать стандарты по риск-менеджменту [7–18]. Документ [7] – руководство по внедрению менеджмента риска – содержит принципы, соблюдение которых обеспечивает эффективность внедренного менеджмента. Документ [10] является руководством по выбору и применению технологий оценки риска для широкого спектра задач, к которым можно отне-

²⁴ <https://aviationunion.ru/media/news/26201/> (дата обращения: 13.01.2024).

сти беспилотную авиацию. Технологии, приведенные в [10], используются для оказания помощи и содействия в принятии решений в случаях неопределенности, получения информации о рисках в рамках процесса управления ими. Отсутствие статистики по применению БАС, высокая степень неопределенности в части используемых при производстве БВС материалов, технологий служат предпосылками к применению стандартов [7–18].

На основе классификации БАС в [5] был предложен вариант комплектации БВС и его применения (рис. 4). Необходимо отметить, что этот вариант использования не учитывает все возможности и неопределенности, которые могут быть при совершении миссии БАС ввиду конструктивных отличий, различий в типе используемого оборудования экипажем БАС и др., что подтверждает необходимость пересмотра установленной классификации и категоризации.

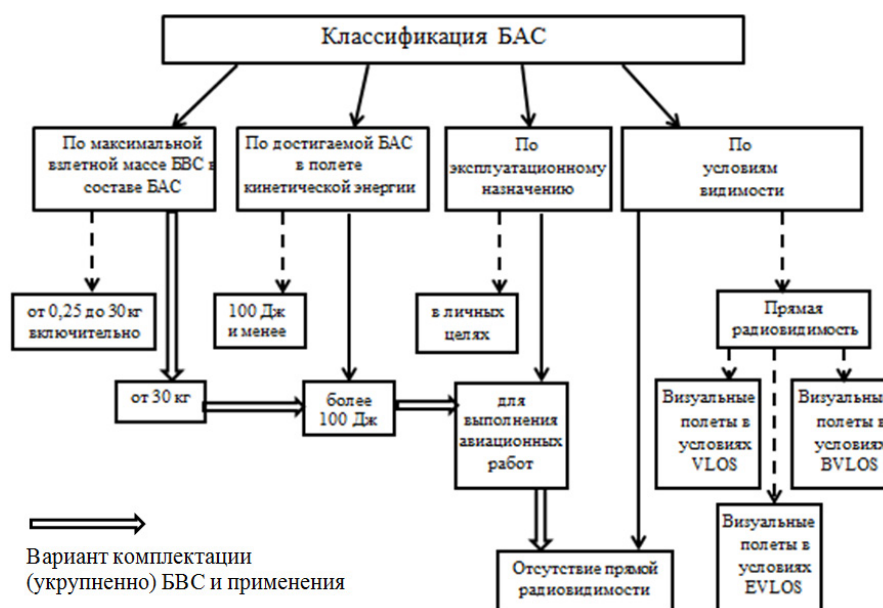


Рис. 4. ВАРИАНТ КОМПЛЕКТАЦИИ (УКРУПНЕННО) И ПРИМЕНЕНИЯ БВС

ИСТОЧНИК: РАЗРАБОТАНО АВТОРОМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ [5]

В ходе идентификации рисков сложно оценить уровень неопределенности, возможны ситуации, когда ее значения для различных вариантов могут быть трудноопределимы (или неопределимы). Но признание факта существования рисков неопределенного характера в области конкретного БВС, подлежащего сертификации, приводит к появлению систем, предупреждающих экипаж судна об изменениях в состоянии судна. Применение искусственного интеллекта в процессах обработки информации многократно повысит их скорость, а следовательно, и устойчивость к непредвиденным обстоятельствам.

Наличие неопределенностей разного характера на каждом этапе создания и сертификации БАС отрицать невозможно. Этапов сертификации, как известно, три: сертификация типа, разработчика и изготовителя. Изменений в перечисленном составе в обозримом будущем не предвидится, что означает разработку сертификационных процедур для конкретного типа БАС на каждом этапе с учетом рекомендуемого риск-ориентированного подхода. Создание технических систем, к которым относятся БАС, – процесс циклический и итеративный; представление его в виде цикла PDCA является вполне оправданным.

Содержание рекомендуемого риск-ориентированного подхода зависит от выбранной и применяемой технологии оценки риска, но в общем случае можно представить в следующем виде.

Отправной точкой разработки необходимых документов будет анализ мнений всех причастных сторон – экспертов, разработчиков, изготовителей (при необходимости и наличии). Выяснив уровень осведомленности и ознакомившись с мнениями заинтересованных и причастных сторон, приступают к идентификации рисков, т. е. определению возможных элементов риска, их описанию и составлению перечня элементов риска. В перечень элементов риска войдут его источники, возможные события с соответствующими вероятностями, их причины и возможные последствия. Количество и качество собранных данных должны быть такими, чтобы их можно было считать достоверными в рамках поставленной задачи. Составление перечня, анализ состояний компонентов БВС для различных условий применения должны выполняться с учетом их возможных уязвимостей, следует принимать во внимание уровни предпочтительного и допустимого риска. Значение допустимого риска связано с законодательными требованиями.

На этапе анализа данных возможны разработка и применение моделей, представленных в физическом виде, в виде программного кода или набора математических отношений.

Анализ зависимостей и взаимодействий позволит выявить общие факторы риска (или общие последствия), так как взаимосвязи между рисками могут оказывать различное влияние на принимаемые решения.

Этап определения приемлемости и допустимости предоставляет оценку, дающую основания для отвержения или принятия риска со смягчением (или без него).

На данных предыдущих стадий, анализа и синтеза полученной информации основан этап обработки риска, на котором разрабатываются методы управления рисками, признанные допустимыми,

рассматриваются компромиссы между риском и преимуществами его наличия. Здесь же обрабатываются качественные и количественные данные, рассматриваются альтернативные сценарии развития опасного события.

Обмен информацией и консультирование в проектировании новых образцов техники более значимые, чем при работе с ранее известными (не новыми) рисками, поскольку способствуют пониманию всеми участниками работ нормативно-правовых аспектов своей деятельности. Обмен информацией важен для организации продуктивного взаимодействия заинтересованных и причастных сторон, которое возможно только при наличии доверия друг к другу.

Система сертификации, построенная на основе риск-ориентированного подхода, должна быть чувствительной к изменениям ситуаций, связанных с объектом сертификации, развитием рисков. В связи с этим структуру сертификации следует постоянно анализировать с позиций соответствия ее характеристик решаемым задачам, так как неэффективный менеджмент порождает новые риски. Таким образом, на этом этапе следует удостовериться в том, что менеджмент риска:

- постоянно улучшается;
- является эффективным и результативным;
- устойчив.

Специализированная система сертификации БАС, при создании которой предполагается использование риск-ориентированного подхода, должна включить в свои алгоритмы механизмы по выбору наиболее приемлемых технологий исследований на каждом этапе оценки риска. Например, среди технологий, указанных в [10], наиболее приемлемыми на наш взгляд, являются:

- на этапе идентификации – анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA);
- на этапе определения последствий, вероятности и риска – анализ дерева событий (ETA);

анализ дерева отказов (FTA); изучение опасности и работоспособности (HAZOP); структурированный метод «Что, если?» (SWIFT);

- на этапе оценки значимости риска – настолько низкий, насколько это разумно, возможно (ALARP) и насколько практически приемлемо (SFAIRP); диаграммы Парето.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Межфракционная рабочая группа Государственной думы РФ по развитию малой авиации планирует внести изменения в Воздушный кодекс РФ. Будет создан механизм добровольного саморегулирования коммерческих авиаперевозок и авиаработ, выполняемых малыми воздушными

судами (все виды авиааборт массов до 5700 кг, в том числе БВС). Таким образом, отрасли предоставляют возможность самостоятельного решения актуальных проблем.

Как стало известно Readovka, на последнем заседании рабочей группы депутаты пришли к мнению, что не стоит ждать разрешения возникающих сложностей со стороны профильных ведомств (вероятно, имеются в виду Минтранс России и Росавиация), особенно с учетом специфики беспилотной авиации и зарегулированности отрасли беспилотной авиации.

Предлагаемый путь решения – создание СРО, отдельной от Росавиации, разработка новых ФАП, отдельных от ФАП для ПВС.

Список использованных источников и литературы

1. Беспилотный рынок должен летать, террористы сидеть. URL: https://aeronext.aero/press_room/news/162414 (дата обращения 27.11.2023).
2. Конституция Российской Федерации: [принята 12.12.1993 г.; с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 г.]. – Текст: электронный // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 29.10.2023).
3. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ в редакции от 1 сентября 2023 г.
4. Кириченко О. В., Кириченко Л. П. Воздушное право: Учебно-методическое пособие – М.: Юстицинформ, 2019. – 320 с.
5. ГОСТ Р 59517–2021 Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация. – М.: Стандартинформ, 2021 – 10 с.
6. Doc 9859 Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) – URL: <https://caa.gov.kz/storage/app/media/дубп/9859>
7. ГОСТ Р ИСО 31000–2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ, 2020. – 19 с.
8. ГОСТ Р 51901.7–2017/ISO/TR 31004:2013 Менеджмент риска. Руководство по внедрению ISO 31000. М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
9. ГОСТ Р 51897–2011 Менеджмент риска. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
10. ГОСТ Р 58771–2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска. М.: Стандартинформ, 2020. – 90 с.
11. ГОСТ Р 57272.1–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 1. Общие требования. М.: Стандартинформ, 2016. – 24 с.
12. ГОСТ Р 57272.2–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 2. Применение к новым технологиям. М.: Стандартинформ, 2017. – 16 с.
13. ГОСТ Р 57272.3–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 3. Применение к новым материалам и продукции. М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
14. ГОСТ Р 57272.4–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 4. Применение к новым производствам и производственным сетям. М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
15. ГОСТ Р 57272.5–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 5. Анализ обязательных требований. М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
16. ГОСТ Р 57272.6–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 6. Взаимосвязь риска с неопределенностью измерений. М.: Стандартинформ, 2017. – 16 с.
17. ГОСТ Р 57272.7–2016 Менеджмент риска применения новых технологий. Часть 7. Примеры факторов, влияющих на возникновение риска. М.: Стандартинформ, 2017. – 16 с.
18. ГОСТ Р МЭК 62502–2014 Менеджмент риска. Анализ дерева событий. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
19. ГОСТ 26883–86 Внешние воздействующие факторы. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.

ИГОРЬ КРУГЛОВ,

аспирант, ИПТИП, ФГБУ «МИРЭА – Российский технологический университет», руководитель направления проектного офиса, АО «НПО «Техномаш им. С.А. Афанасьева»

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЧИСТОТА ПРИ СОЗДАНИИ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ: УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ

Обеспечение промышленной чистоты – одно из условий безаварийной эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники, а также бережного расходования средств без снижения качества изделия. На примерах аварийных пусков ракет-носителей из-за нарушения требований промышленной чистоты рассматриваются случаи установления нерациональных норм в сборочных цехах и на монтажно-испытательных комплексах двух предприятий ракетно-космической отрасли при производстве идентичной техники, востребованной сегодня. Выдвинуты гипотезы отличий, характерных для норм промышленной чистоты на различных предприятиях. Часть гипотез опровергнута, а другие нуждаются в более детальной проработке. Даны рекомендации по выбору подходов к установлению оптимальных норм промышленной чистоты при создании авиационно-космической техники.

ПРИЧИНА АВАРИЙ

Авиационная и ракетно-космическая техника очень чувствительна к технологиям обеспечения промышленной чистоты (ПЧ). Еще на заре авиации забытые при сборке внутри фюзеляжа инструменты приводили к авариям и катастрофам.

Например, в октябре 1999 г. произошла авария при запуске ракеты-носителя (РН) «Про-

тон-М», которая должна была вывести на орбиту дорогостоящий аппарат связи «Экспресс-А». По заключению комиссии причиной инцидента стало нарушение технологии производства маршевых двигателей в части промышленной чистоты. В результате некорректной работы специалистов предприятия-изготовителя во внутреннюю полость двигателя попали посторонние предметы – частицы асбеста и песка, которые привели к

аварийному отключению двигателя во время пуска и, как следствие, к гибели ракеты-носителя и спутника связи. Стоимость упомянутых изделий исчисляется миллиардами. Кроме того, после аварии были приостановлены запуски РН «Протон» на несколько месяцев, предприятию-изготовителю двигателей пришлось провести проверку и переборку всего задела ранее произведенной продукции, что привело к огромным экономическим убыткам.

Еще одна авария (в октябре 2018 г.) произошла при запуске РН «Союз-ФГ», целью которого был вывод на орбиту космического корабля «Союз МС-10» с двумя новыми членами экипажа международной космической станции (МКС). В результате нештатной ситуации космонавтам пришлось эвакуироваться с помощью спасательной капсулы, благодаря этому удалось избежать жертв. Но не обошлось без экологического ущерба – в результате аварии 22 тонны керосина и кислорода пролилось на землю. Одной из причин аварии члены комиссии назвали «нарушение требований ПЧ при производстве системы разведения ступеней».

По аналогии с мерами, принятыми в связи с аварией РН «Протон», запуски РН «Союз» также были приостановлены на несколько месяцев до выяснения причин случившегося. Кроме того, проверили огромное количество изготовленных узлов и агрегатов РН. Объем проделанных работ позволяет предположить, что стоимость понесенных расходов была колоссальная.

Приведенные примеры – лишь малая часть случаев аварий из-за нарушения требований к промышленной чистоте. Но и они показывают значимость данного вопроса.

ТРЕБОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧИСТОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ РКТ

Когда речь заходит об организации машиностроительного производства, в том числе ракетно-космической техники (РКТ), встает вопрос

о конечном качестве продукции. Недостаточно высокое качество изделия может повлечь за собой значительные затраты, связанные с невыполнением поставленных задач либо устранением последствий некорректной работы изделия. Например, стоимость ликвидации последствий аварийного пуска ракеты-носителя может исчисляться миллиардами рублей. Именно поэтому проблемы, оказывающие влияние на качество техники, в центре внимания предприятий-изготовителей. Одна из них – обеспечение промышленной чистоты.

Для ракетно-космической отрасли характерны такие понятия, как промышленная чистота, чистые помещения, чистые зоны, нормы и требования промышленной чистоты и т. д. На каждом предприятии-изготовителе ракет-носителей, спутников, космических аппаратов есть сборочные цехи, в которые невозможно попасть по причине не только секретности, но и наличия там чистой зоны. Такое правило распространяется и на монтажно-испытательные комплексы (МИК) на космодромах, где собираются элементы ступеней ракеты-носителя, а также тестируется, проверяется оборудование, используемое в космическом полете, проводятся его итоговые испытания. В рамках МИК обеспечивается необходимый класс промышленной чистоты, установленный техническими условиями.

ОПТИМАЛЬНЫЕ НОРМЫ

В качестве объектов для изучения были выбраны два предприятия, изготавливающие схожие изделия. Посещение их производственных площадей и монтажно-испытательных комплексов показало, что установленные нормы уровня чистоты в аналогичных сборочных цехах и МИК значительно различаются. В одном случае это нормы на основе ГОСТ Р ИСО [1–3]. Фактически исходя из требований к помещению были установлены нормы на изделие.

Во втором случае предусмотрены измеримые нормы к чистоте рабочих сред, а нормы к помещениям не установлены. Для ответа на вопрос, какая схема более эффективна, рассмотрим, как определяются такие нормы. Предварительно сформулируем несколько гипотез.

Гипотеза № 1

Можно предположить, что различия обусловлены исполнительской дисциплиной в части выполнения требований к обеспечению ПЧ работниками одного из предприятий, но нет. Анализ внутренних нормативных документов обоих предприятий «Технические требования к чистым помещениям» показал реальные отличия.

Гипотеза № 2

Также можно предположить, что более жесткие требования к чистоте на предприятии по выпуску пилотируемой техники, т. е. повышенный уровень чистоты необходим для обеспечения более высокого качества конечного изделия. Ведь цель – снизить вероятность аварийного пуска и, как следствие, сохранить жизни и здоровье космонавтов. Но гипотеза неверная. Более жесткие требования к чистоте МИК – на предприятии – изготовителе непилотируемой техники.

Чем же обусловлены нормы промышленной чистоты на данных предприятиях? Если процент безаварийных пусков идентичен, есть ли смысл устанавливать более жесткие нормы на одном из предприятий?

После изучения государственных, отраслевых стандартов [1–7] и др., соответствующей литературы [8–10] и статей [11–12], внутренних нормативных документов предприятий, а также проведения переговоров с сотрудниками конструкторских отделов, руководителями сборочных производств и т. д. был сделан вывод, что оба предприятия используют одни и те же документы, методики установления норм промышленной чистоты. Однако установленные нормы ПЧ для

сборочных цехов и МИК на предприятиях-изготовителях различаются.

Найти объективное объяснение такой ситуации не удалось. В то же время появилась еще одна гипотеза, объясняющая существенные различия норм ПЧ в аналогичных помещениях разных предприятий – изготовителей РН.

Гипотеза № 3

На предприятии-изготовителе с более высокими требованиями к нормам промышленной чистоты ранее разрабатывали и производили другую технику, в том числе пилотируемую. Технические условия на изделия составлялись с учетом их длительного пребывания в космическом пространстве и нахождения внутри модулей экипажа. Соответственно требования к промышленной чистоте на всех стадиях производства закладывались достаточно высокие. Впоследствии на этих же производственных площадях изготавливали пилотируемую технику нового поколения.

В этих же сборочных цехах осуществлялась финальная сборка изделий, нормы промышленной чистоты для которых могли быть существенно ниже. Но из-за наличия «более требовательного соседа» в виде пилотируемой техники применялись аналогичные нормы ПЧ. В настоящее время линейка производства техники значительно изменилась, старых изделий в сборочных цехах давно нет, а повышенные требования к ПЧ сохраняются.

Если предположить, что гипотеза № 3 верна, то ставится под сомнение объективность установления норм промышленной чистоты, действующих на описываемом предприятии. Для снижения затрат предприятия, в том числе финансовых, трудовых, за оптимальный уровень чистоты необходимо принимать максимально допустимый уровень загрязнения, который не повлечет за собой снижение показателей качества и надежности изделия. Данное утверждение действительно как для промышленной чистоты

в разрезе чистых помещений, так и для чистоты внутри систем и агрегатов машин.

Таким образом, оптимальный уровень чистоты можно выбрать только при индивидуальном подходе к конкретному изделию. Использование «исторически сложившихся» норм – неверный подход. Примитивный экономический расчет затрат показал, что завышенные требования промышленной чистоты в сборочных цехах и на МИК на 1 класс увеличивают себестоимость изделия на миллионы рублей. Ведь для обеспечения более высокого класса чистоты необходимы:

- 1 дополнительный обслуживающий персонал или персонал более высокой квалификации;
- 2 дополнительные методы и средства обеспечения чистоты;
- 3 дополнительные методы и средства диагностики и контроля достижения необходимого уровня чистоты.

Такие расходы – необоснованные затраты, которых можно избежать, если устанавливать максимально допустимый уровень загрязнения в чистом помещении. Аналогичный подход целесообразно использовать при определении требований к уровню чистоты в агрегатах и системах машин и механизмов.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Для определения максимально допустимого уровня загрязнения необходимо оценить влияние класса промышленной чистоты на показатели надежности и качества изделия. Применительно к «чистым помещениям» следует оценить влияние загрязнений на процессы в данном помещении и изделия, изготавливаемые в нем. В отношении уровня чистоты внутри узлов и агрегатов дополнительно оценивается наличие загрязнителей на поверхностях составных частей агрегатов, узлов и в рабочих жидкостях.

По некоторым данным, от 60 до 90% отказов гидропривода – это следствие загрязнения рабочих жидкостей механическими твердыми частицами, которые остались внутри после механической обработки или сборки либо попали внутрь в составе рабочих жидкостей [11]. Для определения максимально допустимого уровня загрязнения следует учитывать не только количество загрязняющих частиц, но и их природу, качество и последствия воздействия на агрегат. Количество предопределяет однородность загрязнений, качество – их структуру, а природа – источник загрязнения. В конкретном гидроприводе должен поддерживаться оптимальный экономически целесообразный уровень чистоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нормативно-технической документацией в машиностроении устанавливаются нормы к промышленной чистоте. Однако исторически сложившиеся нормы во многом устарели, их следует регулярно оценивать и корректировать. Подход «так делали всегда» не оправдан.

В настоящее время разрабатывается методика оценки норм промышленной чистоты, основанная на результатах глубокого анализа видов и последствий критичности отказов. Такой анализ целесообразно проводить в отношении критичных элементов составных частей изделия. Необходимо определить возможные источники загрязнения. Исключить из расчетов защищенные фильтрами зоны. Провести расчет максимально допустимой загрязненности в конкретный момент.

Решение данной задачи позволит сэкономить средства, затрачиваемые на обеспечение промышленной чистоты без снижения качества изделия и его составных частей.

Список использованных источников и литературы

1. ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц. – М.: Стандартиформ, 2017. – 35 с.
2. ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. – М.: Стандартиформ, 2010. – 39 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14644-5-2005. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 5. Эксплуатация. – М.: Стандартиформ, 2005. – 42 с.
4. ГОСТ Р 51610-2000. Чистота промышленная. Установление норм промышленной чистоты при разработке, производстве и эксплуатации продукции. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 5 с.
5. ГОСТ Р 51752-2001. Чистота промышленная. Обеспечение и контроль при разработке, производстве и эксплуатации продукции. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
6. ГОСТ Р 53450-2009. Двигатели авиационные и их составные части. Промышленная чистота гидравлических, масляных и топливных систем. Классы чистоты жидкостей. – М.: Стандартиформ, 2019. – 7 с.
7. ОСТ 92-0300-92. Промышленная чистота. Общие требования.
8. Белянин П.Н. Промышленная чистота машин / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 224 с.: ил. – Библиогр.; с. 221–222.
9. Федотов А.Е. Чистые помещения. Асинком, 2021, 528 с.
10. Фещенко В.Н. Обеспечение качества продукции в машиностроении: учеб. / В.Н. Фещенко. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 788 с. ISBN 978-5-9729-239-2.
11. Барышев В.И. Классификация, контроль и нормирование промышленной чистоты рабочих жидкостей и масел / В.И. Барышев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2005. – № 1(41). – С. 149–161.
12. Безопасность полетов воздушных судов и промышленная чистота рабочих полостей их жидкостно-газовых систем / В.Б. Кровяков, А.В. Гостев, М.В. Тюлькин, А.С. Грешнов // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации, Москва, 18–19 мая 2023 года. – Москва: ИД Академии имени Н.Е. Жуковского, 2023. – С. 148–150.

ИЛЬЯ ДАНИЛЕНКО,

аспирант, Российский институт стандартизации

НИКИТА КУПРИКОВ,

канд. техн. наук, доцент кафедры 101 ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)», главный специалист
Российского института стандартизации

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИНОЧИТАЕМЫХ СТАНДАРТОВ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В статье рассматриваются актуальные проблемы стандартизации и применения машиночитаемых стандартов в авиационной промышленности. Попытки создания машиночитаемых форматов были предприняты еще в 1960-х гг., когда разрабатывались первые стандарты для обмена информацией между компьютерами. Однако решения были довольно сложными и требовали значительных усилий для их внедрения.

В 1970–1980-е гг. были созданы более удобные машиночитаемые форматы – EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) и UN/EDIFACT (United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce And Transport), что упростило обмен данными в авиационной промышленности, здравоохранении, строительстве, банковской сфере.

По мере развития интернета и появления технологий XML (Extensible Markup Language) машиночитаемые стандарты стали еще более популярными. На основе XML созданы новые машиночитаемые форматы, позволяющие обмениваться данными между приложениями и системами.

На фоне стремительного развития технологий машиночитаемые стандарты становятся все более востребованными. Они представляют собой набор правил и требований, которые автоматически интерпретируются и применяются компьютерными системами. Такие стандарты используются для обмена информацией между системами и приложениями [1, 2].

Рассмотрим применение машиночитаемых стандартов в авиационной промышленности.

ПРЕИМУЩЕСТВА СМАРТ-СТАНДАРТОВ В АВИАОТРАСЛИ И ТРУДНОСТИ ИХ ВНЕДРЕНИЯ

Применение машиночитаемых или смарт-стандартов (второе распространенное их название), для автоматизации процессов обработки дан-

ных способствует повышению эффективности и снижению вероятности ошибок. Они широко применяются в таких областях, как электронная коммерция, логистика, здравоохранение и др. Т

Примеры машиночитаемых стандартов:

- EDI (Electronic Data Interchange) – стандарт обмена данными между предприятиями;
- XML (Extensible Markup Language) – язык разметки, используемый для создания структурированных документов;
- JSON (JavaScript Object Notation) – формат обмена данными, основанный на синтаксисе языка JavaScript;

- CSV (Comma-Separated Values) – текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных;
- YAML (YAML Ain't Markup Language) – человекочитаемый формат сериализации данных, часто используется для конфигурационных файлов.

Стандарт DIN, разработанный Немецким институтом стандартизации (Deutsches Institut für Normung), предусматривает четыре уровня смарт-стандартов, представленных на рис. 1 [3].

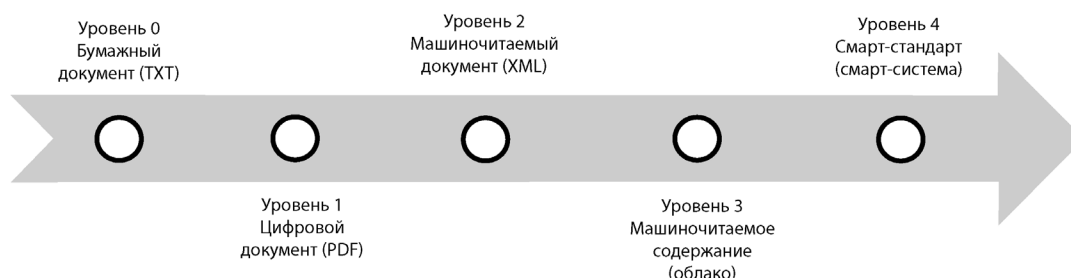


Рис. 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МАШИНОЧИТАЕМЫХ СТАНДАРТОВ

На нулевом уровне документы на бумажных носителях, на первом – в открытом цифровом формате. Второй уровень отводится для машиночитаемых документов, которые можно обрабатывать с помощью информационно-справочных систем. На третьем уровне находятся документы с машиночитаемым содержанием, подразумеваю-

щие детальное описание требований к продукции на всех стадиях жизненного цикла и систему управления данными требованиями. Четвертый уровень характеризует смарт-стандарт как базу, включающую в себя стандарты в виде архивов текстовых, числовых и графических модулей, а также их управляющую систему (рис. 2).

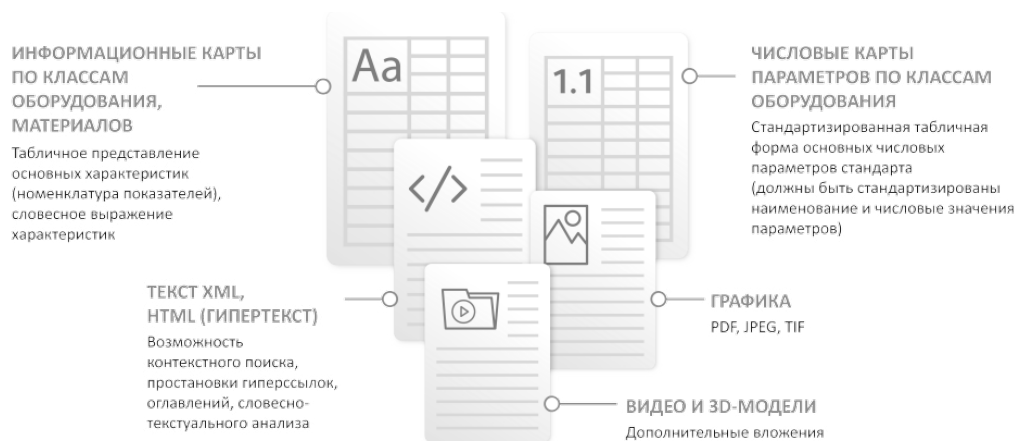


Рис. 2. ОБРАЗЕЦ СМАРТ-СТАНДАРТА

В отличие от обычных стандартов, предназначенных для чтения человеком, формат и представление машиночитаемых стандартов оптимизированы для компьютерной интерпретации. Это позволяет компьютерам быстро и эффективно извлекать ключевую информацию из документа, благодаря чему улучшается использование данных – машины быстро усваивают и обрабатывают информацию.

В случае применения стандартов, которые не поддаются машинному считыванию, проверка выполняется вручную, для просмотра стандарта и понимания информации требуется квалифицированный специалист.

Особенности машиночитаемых стандартов обеспечивают им ряд преимуществ:

- ключевое свойство машиночитаемых стандартов – содержащиеся в них структурированные данные;
- информация в машиночитаемом стандарте организована таким образом, чтобы компьютер мог различать четкие закономерности и взаимосвязи различных элементов;
- структурирование данных означает, что информация организована по категориям, используются стандартные форматы – таблицы и иерархии. При таком подходе реализуются четкие шаблоны для чтения и интерпретации данных компьютером, что упрощает их извлечение. Машиночитаемые стандарты с заранее определенной структурой повышают точность информации и взаимодействуют с вычислительными алгоритмами и системами.

Акцент на структурированных данных – основополагающее условие для того, чтобы машины обрабатывали огромный объем информации, содержащейся в документах.

Основные принципы машиночитаемых стандартов заключаются в следующем:

- 1 Представленные в формализованном виде правила и требования можно автоматически интерпретировать.

- 2 Стандарты, применяемые в различных областях и процессах, обеспечивают универсальность подхода.

- 3 Использование машиночитаемых стандартов обеспечивает прозрачность процессов и решений [4, 5].

В России машиночитаемые стандарты вводятся не так быстро. Их применяют немногие корпорации. Машиночитаемые стандарты используются, в частности, в государственных информационных системах, например, системе межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ), и системе государственных закупок. На основе таких форматов осуществляется обмен данными и документами между государственными органами [6].

Однако в целом применение машиночитаемых стандартов в России пока еще на начальной стадии. Для более широкого их использования необходимо разработать и внедрить соответствующие нормативные документы и технические решения.

В настоящее время на авиационных предприятиях ведутся работы по внедрению машиночитаемых стандартов, что позволит повысить эффективность и безопасность производства.

Внедрение машиночитаемых стандартов – необходимое условие развития авиационной промышленности и повышения конкурентоспособности предприятий на мировом рынке.

При внедрении смарт-стандартов предприятия сталкиваются с рядом трудностей:

- внедрение новых стандартов требует значительных ресурсов из-за масштабности и сложности задачи, предполагающей разработку новых систем, обучение персонала, изменение процессов;
- в авиационной отрасли высокие требования к безопасности и качеству продукции, которые важно сохранить при внедрении новых стандартов;

- наличие в отрасли множества различных стандартов и спецификаций, разработанных организациями разных стран, затрудняет унификацию и внедрение машиночитаемых стандартов;
- потребность в значительных финансовых вложениях – одно из препятствий в условиях экономической нестабильности;
- адаптация к новым процессам и системам занимает время;
- внедряемые машиночитаемые стандарты должны обеспечивать совместимость с существующими системами, надежность и безопасность данных;
- государственные и международные регуляторы устанавливают строгие требования к авиационному производству, что может замедлять внедрение новых технологий и стандартов;
- для внедрения и поддержки машиночитаемых стандартов требуются специалисты с соответствующими навыками и опытом;
- внедрение новых систем и технологий зачастую сопряжено с риском ошибок и сбоев, что может привести к задержкам и дополнительным затратам;
- ресурсы многих компаний направлены на импортозамещение продукции.

Таким образом, внедрение машиночитаемых стандартов в авиационную отрасль – сложный и длительный процесс, требующий тщательного планирования, координации и ресурсов [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Авиационная промышленность – одна из отраслей, где применение машиночитаемых стандартов особенно актуально, что обусловлено высокими требованиями к безопасности, надежности и качеству продукции. Применение машиночитаемых стандартов позволит обеспечить соблюдение установленных требований на всех этапах производства и эксплуатации воздушных судов.

Преимущества применения машиночитаемых стандартов заключаются в следующем:

- повышение эффективности. В результате автоматизации процессов на основе машиночитаемых стандартов сокращаются время и ресурсы, необходимые для выполнения задач;
- снижение количества ошибок и несоответствий, чему способствует автоматическая проверка на соответствие стандартам;
- повышение качества продукции и услуг;
- ускорение процесса принятия решений, благодаря использованию данных и аналитики на основе машиночитаемых стандартов.

С развитием технологий и увеличением объемов данных перспективы применения машиночитаемых стандартов становятся все более привлекательными. Интеграция машиночитаемых стандартов с технологиями искусственного интеллекта позволит создавать более сложные и эффективные системы. Машиночитаемые стандарты могут применяться в рамках большего количества процессов и отраслей, стимулировать повышение их универсальности. Развитие базы данных машиночитаемых стандартов позволит встраивать их в промышленное программное обеспечение.

В настоящее время в авиационной промышленности разрабатываются методики и способы внедрения и использования машиночитаемых стандартов, чем занимается небольшое количество разработчиков авиационной техники.

Список использованных источников и литературы

1. Клягин В.А. Стандартизация в авиастроении: учеб. пос. / В.А. Клягин, М.Ю. Куприков, Н.М. Куприков. – Орёл: Общество с ограниченной ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2023. – 104 с. – ISBN 978-5-9708-1075-0.
2. Клягин В.А. Применение стандартов в авиационной промышленности: учеб. пос. / В.А. Клягин, Н.М. Куприков. – Орёл: Общество с ограниченной ответственностью полиграфическая фирма «Картуш», 2020. – 86 с. – ISBN 978-5-9708-0857-3.
3. Интернет-сайт DIN: <https://www.din.de/de>.
4. Колмыков Е.А. Как перейти к умным (машиночитаемым) стандартам / Е.А. Колмыков, Ю.В. Воронцова, А.Н. Воронцова // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2022. С. 17–20.
5. Smart: Transforming standards for a digital world / Edited by David S. Evans, Richard Schmalensee. – Cambridge University Press, 2016. – 384 p.
6. Интернет-сайт Росстандарта: <https://www.gost.ru/portal/gost/>.
7. Use cases fore smart standards / Edited by David S. Evans, Richard Schmalensee. – Cambridge University Press, 2023. – 480 p.

АЛЕКСЕЙ БУРЫЙ,

эксперт РАН, Российский институт стандартизации

ДМИТРИЙ ЛОВЦОВ,

д-р техн. наук, Институт точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева Российской академии наук

КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭРГАСИСТЕМ И БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Рассматриваются научно-практические аспекты исходной системообразующей концептуальной модели формальной постановки комплекса взаимосвязанных прагматических проблем обеспечения информационной безопасности сложной системы связи и управления (эргатической системы или эргасистемы) и их упорядоченного решения с учетом целевого применения эргасистемы, а также рациональной (как показала практика) концепции защищенности формализованной информации, перерабатываемой в эргасистеме по заданной технологии. Вследствие низкой унифицированности технических решений, использования в разработке технологий без учета требований защищенности такие системы могут быть подвержены со стороны злоумышленника рискам информационной безопасности. Развитие теоретических подходов в области информационной безопасности позволяет строить обоснованные подходы как в области стандартизации информационных технологий, так и в построении систем и устройств своевременного обнаружения инцидентов несанкционированного доступа к информации.

Уровень развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) все чаще выступает определяющим фактором экономической и политической жизни общества, формирует технологический уклад в таких видах деятельности, как управление организационными процессами, экономика, социальная сфера, образование, здравоохранение, и многих других. Сре-

ди основных тенденций развития рынка отрасли информационных технологий (ИТ) – открытые ресурсы, открытые данные [1], облачная инфраструктура, увеличение числа проектов на основе искусственного интеллекта. Информационная технология – это прежде всего процесс, использующий совокупность средств и методов обработки, передачи, тиражирования, распростране-

ния данных. Рост информатизации общества, с одной стороны, проявляется в расширении возможностей доступа к информации, а с другой – в желании определенных лиц или групп лиц получить незаконный доступ к информации различного уровня, не предназначенной для открытой публикации. Обеспечение информационной безопасности (ИБ) основывается на комплексности (объединении технологических решений с организационным и нормативно-правовым обеспечением) и кроссплатформенности [2, 3].

В 2023 году были зафиксированы сложные схемы кибератак: все чаще организации и физические лица подвергались нападениям организованных хакерских группировок. Их действия были тщательно спланированы, а техника – практически безупречна. При этом многие хакеры научились эксплуатировать уязвимости, на первый взгляд не представлявшие угрозу для безопасности ИТ-инфраструктуры [4]. Поэтому экстренно выстраивать защиту ИТ-периметра стал даже малый бизнес. Компании из других сегментов увеличили запрос на обеспечение доступности, отказоустойчивости и бесперебойности работы ИТ-инфраструктуры¹.

Действия кибертеррористов могут быть направлены на объекты гражданской инфраструктуры и военного назначения. Некоторые эксперты склоняются к мнению, что более подверженными террористическим кибератакам могут быть энергетическая и телекоммуникационная отрасли, авиационные диспетчерские, финансовые учреждения, входящие в оборонный комплекс предприятия, и другие объекты [5]. Кибербезопасность — это важная цель стратегий, как превентивных, так и/или упреждающих действий, обеспечивающих технологический рост и продвижение вперед, базирующихся на инновациях, так как надо научиться быть всегда на шаг впереди возможных действий противоборствующей стороны [6]. Вследствие низкой унифицирован-

ности технических решений, использования в разработке технологий без учета требований защищенности такие системы могут быть подвержены со стороны злоумышленника рискам информационной безопасности. Данные риски, как правило, приводят к нарушению работоспособности, конфиденциальности, подконтрольности и иным негативным последствиям для пользователя либо обладателя информации (оборудования) [7].

Информационные системы объединяют технические и программные средства, информационные технологии с целью преобразования и/или переработки поступающей информации в процессе решения поставленных задач. Автоматизированные системы в контурах управления (АСУ) сложными процессами и системами охватывают персонал, комплексы средств автоматизации, реализующие ИТ в ходе выполнения установленных функций. АСУ являются частным случаем более сложных человеко-машинных систем управления – эргатических² систем, применяемых для управления объектами технических, технологических, экономических, организационных и др. комплексов.

Работа носит концептуальный характер – подчеркивается важность комплексного рассмотрения информационной безопасности и защиты информации в информационных системах. Для разработки эффективных методов защиты необходимо учитывать структуру информации, а также потребности эргасистем в качественной (ценной) информации.

КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Эргатические системы (эргасистемы) различного государственного уровня, т. е. сложные системы связи и управления объектами техни-

¹ Информационная безопасность (тренды) [сайт]. URL: www.tadviser.ru (дата доступа 3.09.2024).

² Эргатическая система – это система, в которой человек-оператор или группа операторов взаимодействует с техническим устройством в процессе производства материальных ценностей, управления, обработки информации и т.д.

ческих, технологических, организационных и экономических комплексов, в которых управляющая подсистема (в частности, АСУ) содержит людей-операторов в качестве главного компонента, в соответствии с целями функционирования должны обеспечивать выполнение определенных вещественно-энергетических процессов. Однако их функционирование, развитие и самосуществование как единого целого определяются информационными процессами (технологическими процессами переработки информации – ТППИ). Следовательно, эргасистемы являются прежде всего информационными системами, для анализа и совершенствования которых применяется соответствующий формально-математический аппарат информационной теории систем. Вместе с тем существующий аппарат информационной теории систем, базирующийся на статистических и комбинаторных подходах, является синтаксическим (не исследующим содержательные и ценностные аспекты информации) и малопродуктивным для использования в системном анализе и оптимизации реальных процессов применения эргасистем.

Таким образом, практические задачи применения эргасистем, и в частности задачи обеспечения их информационной безопасности, т.е. защищенности потребностей эргасистем в качественной (ценной) информации, необходимой для их эффективного функционирования и развития, решаются, как правило, на основе применения неадекватного теоретического аппарата. Отсюда возникает необходимость в создании методов информационного многоаспектного описания и методов представления эргасистем, которые позволят исследовать процессы применения эргасистем с точки зрения как иерархии целей систем, так и процессов переработки информации как средства достижения этих целей. Создание теоретического аппарата информационной безопасности эргасистем связано в первую очередь с обоснованием исходной

системообразующей концептуальной модели формальной постановки комплекса соответствующих прагматических проблем и их упорядоченного решения с учетом целевого применения эргасистем, т.е. концепции информационной безопасности эргасистем.

Обоснованность такой концепции зависит прежде всего от выбора, классификации и определения основных видов и качественно различных форм проявления информации, характерных для эргасистем. Причем известно, что в эргасистеме наибольшее значение имеют активные формы проявления информации (преобразующая, координирующая, управляющая, выработки решения и др.), поскольку они являются причиной изменения состава, структуры и свойств (параметров) системы и управляемых сложных динамических объектов (СДО). Понятие «информация» многозначно (от наиболее общего философского – информация есть отраженное разнообразие объективного мира, – до наиболее частного прикладного – информация есть сведения³, являющиеся объектом переработки), а закономерности получения и преобразования информации еще мало изучены (отсутствует универсальный математический аппарат для их описания), поэтому его смысл можно уточнить с учетом известных определений следующим образом. Информация (в «широком» смысле слова) – это свойство объектов (процессов) окружающего материального мира порождать разнообразие состояний, которые посредством отражения передаются от одного объекта к другому (пассивная форма), и средство ограничения разнообразия, т.е. организации, управления, дезорганизации и др. (активная форма). Использование данного методологического определения информации как одного из основных свойств (атрибутов) объек-

³ **Информация:** а) сведения (сообщения, данные), независимо от формы их представления; б) сведения, воспринимаемые человеком и (или) специальными устройствами как отражение фактов материального или духовного мира в процессе коммуникации [см. ГОСТ 7.0–99, пункт 3.1.19].

тивного мира, связанного с наличием в нем особого рода процессов, называемых информационными, позволяет на практике, во-первых, осознать наличие и отсюда необходимость учета в эргасистемах объективных информационных характеристик (ограничений) обслуживающих и обслуживаемых объектов (процессов) любой физической природы как разнообразия состояний последних и их влияния на информационные характеристики субъективных сведений (знаний), циркулирующих между объектами, способными их осмыслить. Такой учет, в частности, обеспечит формализацию объективной и субъективной частей информационного ресурса эргасистем с целью его рационального употребления и расходования для более полного использования целевых возможностей объектов управления. Во-вторых, согласно данному определению можно и следует применять информацию как средство ограничения разнообразия (управления) состояний объектов (процессов), тем самым осуществляя активное воздействие на их информационные характеристики в соот-

ветствии с поставленными целями. Для формализации определения понятия «информация» представляется возможным интегральный атрибутивно-функциональный (ИАФ) подход, т. е. подход, частично объединяющий идеи известных философско-методологического и кибернетического подходов [2], согласно которому в эргасистеме можно рассматривать два рода информации (объективную и субъективную), представляющие собой (рис. 1):

1 Внутреннюю структурную (преобразующую) информацию объектов эргасистемы, заключенную в структурах системы, ее элементов управления, алгоритмов и программ переработки информации и являющуюся физической величиной.

2 Внешнюю относительную содержательную (специальную, главным образом осведомляющую, измерительную и управляющую, а также научно-техническую, технологическую, планово-экономическую и др.), извлекаемую из информационных массивов (сообщений, команд и пр.) относительно индивидуальной мо-

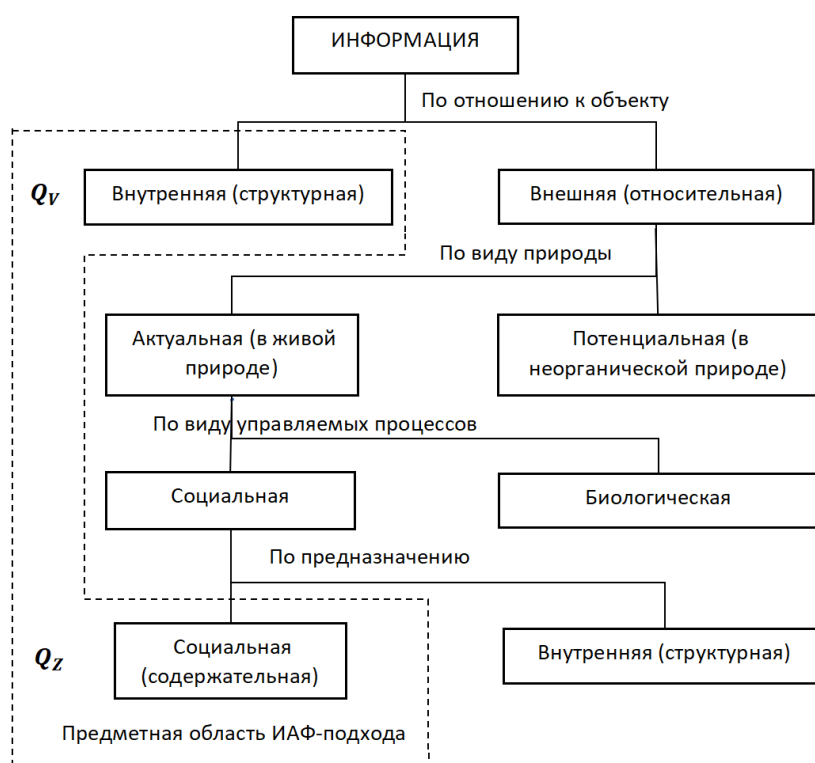


Рис. 1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ВЫБОР ВИДОВ ПРОЯВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЭРГАСИСТЕМЕ

дели предметной области (тезауруса) получателем (человека, подсистемы, эргасистемы).

Первая связана с качеством информационных процессов в эргасистеме, с внутренними технологическими эффектами (получаемыми в ТППИ в результате применения определенной совокупности подсистем, элементов, алгоритмов и программ по сравнению с другой), затратами на переработку информации. Вторая связана главным образом с внешним целевым (материальным) эффектом, получаемым в управляемом объекте (процессе).

Под **структурной информацией** $Q_V(\theta)$ понимается отраженная в знаковой форме организованность (сложность, разнообразие) материальных объектов-систем θ , являющаяся универсальной физической величиной, используемой для описания процессов функционирования объектов. Отсюда, поскольку Q_V является физической величиной, она измерима, а значит, можно указать алгоритм получения ее количества I_V , и объективна, т. е. I_V не зависит от потребителя и не уменьшается при последующих получениях ее потребителями, следовательно, I_V нельзя измерять через априорную вероятность p_m сообщения $p(Q_V)$ для получателя. Наличие (содержание, порождение) в Q_V некоторого I_V есть внутреннее свойство эргасистемы, и любая выбранная информационная мера должна опираться именно на внутренние характеристики (особенности) системы (иначе Q_V не является физической величиной, и в различных экспериментах в связи с различными внешними факторами-условиями значения I_V будут различными). Q_V , содержащаяся в эргасистеме, представляет собой ее структурно-информационный ресурс и в конечном счете частичное (полное) описание (модель) этой эргасистемы как информационной системы.

Содержательная информация $Q_Z(m, T)$ – это совокупность сведений (знаний) о конкретном материальном объекте – системе или процессе (семантический аспект), содержащаяся в информационных массивах $m \in M$ (массивах данных, мас-

сивах программ, сообщениях, фактах), воспринимаемых получателем (человеком-оператором, информационным узлом, эргасистемой и др.), и используемая им для выработки (с учетом его индивидуального или общесистемного тезауруса T накопленных знаний, целей и задач) и принятия управляющего решения (прагматический аспект). Наличие (получение) $Q_Z(m, T)$ в системе (элементе принятия решений) позволяет получателю уменьшить имеющуюся неопределенность (разнообразие) истинной ситуации и на основе этого сделать выбор одного или нескольких вариантов из множества возможных равноправных (однородных) альтернатив. Имеет субъективный характер.

Важной разновидностью содержательной информации Q_Z является коммуникационная (связная) информация Q_{ZC} , характеризующая процессы взаимодействия (взаимосвязи) функциональных элементов (подсистем) эргасистемы (известна также как шенноновская информация).

Коммуникационная (связная) информация $Q_{ZC}(p_m, T_c)$ – это совокупность сведений (знаний) о конкретном процессе взаимодействия в ансамбле материальных объектов-систем, содержащаяся в статистических структурах p_{mi} , $i = \overline{1, M}$, заданного множества M информационных массивов (сообщений), воспринимаемых получателем (человеком-оператором, эргасистемой и др.) и используемая им (с учетом его индивидуального или связного тезауруса $T_c \in T$) для определения состояния источника информации. Применительно к информационному узлу (функциональной подсистеме) эргасистемы можно записать:

$$\begin{aligned} Q_O &= Q_Z(m, T) \cup Q_{ZC}(p_m, T_c \in T), \\ Q_{II} &= Q_V(\theta) \cup Q_Z(T), \\ Q_{II} &= f(Q_O, Q_{II}), \\ Q_V &= \varphi(Q_{II}), \end{aligned}$$

где Q_O , Q_{II} , Q_{II} , Q_V , Q_Z , Q_{ZC} , Q_V , – информация осведомляющая (контрольная, сигнальная и др.), преобразующая, принятия решения, управляющая, содержательная (семантическая и прагматическая), связная (структурно-статистическая),

структурная соответственно; m – информационный массив (ИМ); p_m – априорная вероятность получения ИМ; T, T_c – общесистемный тезаурус и тезаурус подсистемы информационного взаимодействия (обмена) соответственно; θ – кортеж параметров системы (модель); f, φ – некоторые функции; $\cup, \in$ – знаки объединения и принадлежности соответственно.

Для оценки целевого материального эффекта в крупномасштабной эргасистеме требуется оптимизация по многим критериям, и в результате вместо получения экстремальных значений показателей эффективности часто приходится рассматривать рациональные (компромиссные, сатисфакционные) решения. Последние могут характеризоваться некоторой системой требований, аксиоматически описывающих такие содержательные понятия, как приемлемость, равноправие, равнозначность, справедливость и др. Очевидно, что возможность удовлетворить такой системе требований зависит от информаци-

онных ограничений, действующих в эргасистеме, т. е. от качества информации, под которым понимают совокупность свойств информации, характеризующих степень ее соответствия потребностям (целям, ценностям) пользователей (эргасистемы, персонала и др.). Можно выделить внутреннее качество (присущее собственно информации и сохраняющееся при ее переносе в другую эргасистему, подсистему) и внешнее (присущее информации, находящейся или используемой только в определенной эргасистеме, подсистеме), выражаемые, соответственно, в таких понятиях, как (рис. 2):

- 1 **Содержательность** (значимость, идентичность, кумулятивность, полнота, гомоморфизм, избирательность и др.).
- 2 **Защищенность** (достоверность, сохранность, конфиденциальность и др.).

Известные подходы к решению проблемы соответствия информации потребностям пользователей, или, иначе, проблемы ценности ин-

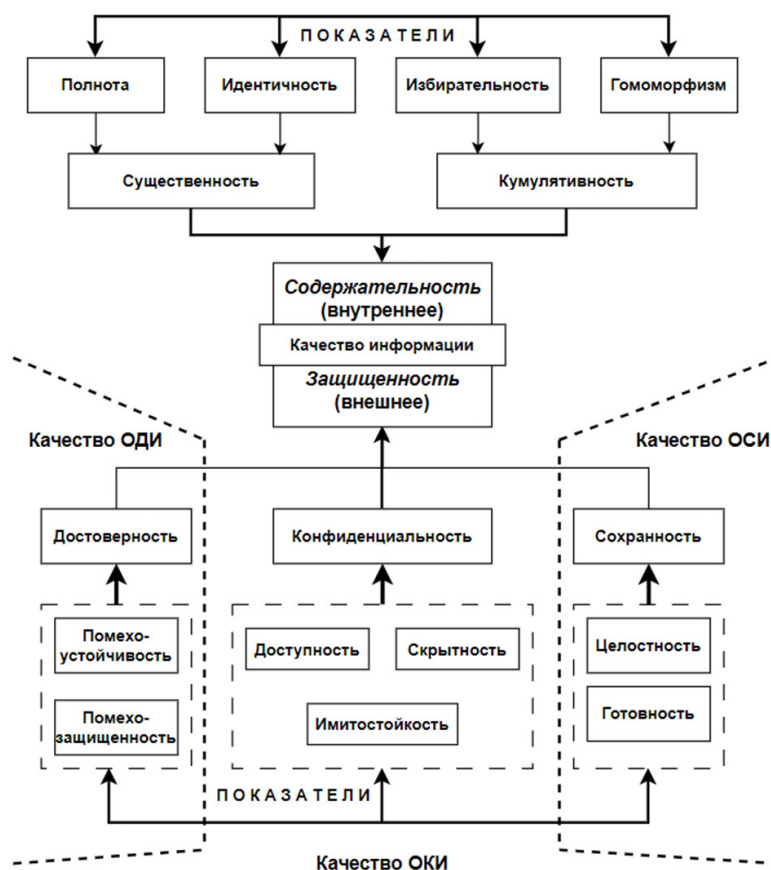


Рис. 2. ДЕКОМПОЗИЦИЯ КАЧЕСТВА СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

формации имеют принципиально общие черты: ценность информации предлагается или измерять через ее количество, или связывать с поставленной задачей. Однако при этом не учитывается множество качественных характеристик информации. Поэтому дальнейшее развитие подхода к определению ценности информации возможно, в частности, на основе учета:

- 1 Качества информации, включая как внутренние свойства информации (содержательность), так и внешние (защищенность).
- 2 Информационного ресурса систем и способа его использования для переработки информации.

Тогда можно принять следующее определение. Под ценностью информации Q понимается ее значимость J , определяемая способом динамического отображения множества ее качественных свойств (K_Q) и количественных характеристик (I) на множество возможных управляющих решений (U_G), ведущих к достижению целей (G) управления объектом (СДО):

$$J_Q(t): K_Q \times I \times T \rightarrow U_G, t \in T,$$

где T – временной интервал управления объектом (процессом).

Согласно данному определению можно сформулировать принцип рациональности переработки информации в эргасистеме как принцип информационной ценности: информационный ресурс (Q_{II}) эргасистемы следует использовать рациональным (*) способом и только для переработки наиболее ценной (качественной) информации (Q_{O}^*), на основе которой действительно возможна выработка оптимальных (при данном ограничении на количество I_O информации) управляющих решений U_G^* , ведущих к достижению целей (G) управления.

Под способом использования (употребления) информационного ресурса эргасистемы будем понимать специальную информационную технологию (СИТ) как совокупность

информационных процедур формирования (рецепции), интерпретации (преобразования, поиска, реорганизации) и коммуникации (передачи, хранения) информации на основе использования проблемно-ориентированной базы данных и знаний (БДЗ), элементами которой являются логико-лингвистическая модель предметной области (тезаурус), рациональная (в отношении, например, робастности контроля состояния СДО) стратегия, продукционные правила и комплекс эффективных алгоритмов выработки решений, а также средства диалога с оператором-программистом, позволяющие ему заполнять (уточнять) фактографическое содержание БДЗ и интерпретировать результаты [2].

На информационно-технологическом уровне обеспечение защищенности (достоверности, сохранности и конфиденциальности) перерабатываемой в эргасистеме содержательной информации в основном обеспечивается путем разработки математического обеспечения:

1) обеспечения достоверности (помехоустойчивости и помехозащищенности) динамической информации (ОДИ), т. е. потоков информационных массивов, непосредственно подвергающихся переработке: преобразованию и обмену в информационно-распределительной сети эргасистем;

2) обеспечения сохранности (целостности и готовности) статической информации (ОСИ), т. е. информационных массивов, необходимых для выполнения целевых и функциональных задач эргасистем;

3) обеспечения конфиденциальности (скрытности, имитостойкости и селективной доступности) динамической и статической информации (ОКИ).

Декомпозиция внешнего качества информации и проблемы его обеспечения на три относительно самостоятельные совокупности

взаимосвязанных свойств и соответствующие задачи контроля и защиты информации (КЗИ) проведена на основе анализа и группирования наиболее устойчивых (характерных) связей, а также с учетом относительной самостоятельности математических аппаратов трех соответствующих научных направлений: информологии, криптологии, теории эксплуатации. Существующие случайные и преднамеренные угрозы нарушения защищенности информации обуславливают необходимость создания эффективных мер контроля всевозможных угроз и защиты информации в эргасистеме от искажения при переработке (максимизации безошибочности переработки информации как некоторой функции вероятности ошибки и др.), от разрушения при эксплуатации (максимизации вероятности успешного решения целевой задачи эргасистемы при наличии определенного количества резервных ИМ или вероятности восстановления ИМ и др.), а также от раскрытия (утечки) и модификации (минимизации вероятности преодоления или «взлома» подсистемы КЗИ и др.).

В случае информационной безопасности активом (активами), подлежащим защите, является информация вместе с базовыми технологиями. Однако в случае кибербезопасности цель, очевидно, состоит не в том, чтобы обезопасить киберпространство, а скорее в том, чтобы обезопасить тех, кто функционирует в киберпространстве, будь то отдельные лица, организации или нации. Поскольку роль ИКТ в обществе становится все более распространенной, роль, которую люди играют в процессах обеспечения информационной и связанной с ИКТ безопасности, будет постоянно расширяться. Тезаурус кибербезопасности интегрирован с понятиями информационной безопасности, безопасности приложений, сетевой безопасности, безопасности Интернет, а также безопасности критической информационной инфраструктуры [8].

КОНЦЕПЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ

Согласно принципу информационной ценности [2] важным условием информационной безопасности системы связи и управления (эргасистемы) является безопасность (защищенность) содержательной информации (Q_o), циркулирующей (Q_{zc}) и перерабатываемой (Q_z) в эргасистеме.

Содержательная информация является особым (критическим) компонентом, способным вызвать аварии и отказы в эргасистеме, дезорганизацию деятельности органов управления, социальные конфликты. Информация может представлять государственную, коммерческую и личную тайну. Наличие естественных (случайных) и искусственных (преднамеренных) угроз нарушения достоверности, сохранности и конфиденциальности содержательной информации обуславливает необходимость создания эффективной системы контроля и защиты информации в эргасистеме от искажения при переработке, разрушения при эксплуатации, а также от раскрытия (утечки) и модификации.

Общих методов решения проблемы защиты информации пока нет. В настоящее время получены достаточно строгие и практически значимые решения только отдельных, частных вопросов (выбор оптимальной длины пароля и оптимальной структуры ключа защиты, оценка стойкости шифрования и др.), для которых удалось сформулировать математически корректные постановки задач. Фундаментальными результатами теории обеспечения безопасности информации считаются доказательства сильной уязвимости информации в эргасистеме [9], возможности ее защиты (с относительной надежностью) и необходимости комбинированного использования всех способов, мер, методов, средств и мероприятий защиты.

Согласно атрибутивно-функциональному подходу информационные процессы в любой

эргасистеме, независимо от их многообразия, сложности и многоуровневости, содержат три компонента подпроцесса:

- **рецепция** – восприятие (генерация, селекция, измерение, классификация, распознавание образов) некоторого физического явления как сигнала и его преобразование (согласование по форме, интенсивности и др.);
- **интерпретация** – изменение модели предметной области (тезауруса функциональной подсистемы, эргасистемы) под воздействием принятого и преобразованного сигнала и принятие решения на основе оценки произошедшего изменения;
- **коммуникация** – пространственно-временная передача сигналов как для объединения подсистем отдельной самоорганизующейся эргасистемы, так и для образования коалиций эргасистем.

Известные в настоящее время частные концепции безопасности информации в эргасистеме относятся главным образом к коммуникационной части или подсистеме информационного обмена и связи эргасистемы. Они затрагивают, таким образом, только информационные процессы коммуникации или передачи информации во времени (хранение) и пространстве, причем, как правило, только в отношении конфиденциальности и целостности содержательной информации, без учета ее достоверности.

Вместе с тем в эргасистеме удельный вес процессов переработки содержательной информации составляет более 80%. Информационные процессы переработки и коммуникации (передачи) принципиально не тождественны, поскольку целью первых является не восстановление исходной формы информационного массива-сообщения, а преобразование его в новую форму, что сопровождается, как правило, элиминацией (специфической потерей) информации.

Существующий аппарат теории безопасности информации, базирующийся на криптографическом подходе, является малопродуктивным для использования в эргасистеме вследствие его значительной ориентированности на процессы передачи информации и различные «процедуры доступа субъектов к защищенным объектам». Создание адекватного теоретического аппарата безопасности информации в эргасистемах связано в первую очередь с обоснованием соответствующей системообразующей концепции, предназначенной для рассмотрения с единых методологических позиций и упорядоченного решения комплекса взаимосвязанных актуальных научно-технических проблем обеспечения достоверности, сохранности, конфиденциальности.

Обоснованность такой концепции зависит прежде всего от выбора и обоснования рациональных мер защищенности и неопределенности перерабатываемой информации в эргасистеме. При этом следует понимать:

под **безопасностью информации в эргасистеме** – защищенность содержательной информации от искажения при переработке, разрушения при эксплуатации, раскрытия (утечки) и модификации при несанкционированном доступе и использовании, т. е. обеспечение внешнего качества содержательной информации при генерации (измерении и др.), преобразовании и коммуникации;

под **достоверностью** – соответствие в пределах заданной точности реальных информационных единиц (символов, знаков, записей, сообщений, программ, документов и т. д. – информационных массивов) их истинному значению, заключающееся в способности обеспечить отсутствие ошибок переработки информации;

под **конфиденциальностью** – статус, предоставленный информационным массивам и согласованный между юридическими и физическими

лицами, предоставляющими массивы, и эргасистемой, получающей их;

под **сохранностью информации** – готовность определенных информационных массивов к целевому применению и способность обеспечивать постоянное наличие и своевременное предоставление массивов, необходимых для автоматизированного решения целевых и функциональных задач эргасистемы.

Совместное решение конкретных частных задач обеспечения достоверности (определения узлов обработки, этапов контроля и исправления обнаруженных ошибок, выбора методов обнаружения и исправления ошибок и др.), сохранности (определения схем восстановления и регенерации ИМ, выбора методов их резервирования, обнаружения и исправления ошибок и др.) и конфиденциальности (определения атрибутов и длительности цикла доступа, выбора методов контроля и разграничения доступа и др.) ИМ возможно на основе использования инвариантных структур защищенной переработки информации. Только такое совместное решение данных задач позволит обеспечить безопасность информации в широком смысле слова, поскольку рассмотренные основные внешние (определяемые эргасистемой) свойства информации взаимосвязаны и взаимозависимы.

Одним из наиболее широко применяемых в настоящее время способов защиты перерабатываемой в эргасистеме информации является применение в вершинах (узлах) сети технологического процесса переработки информации методов контроля с использованием принципа обратной связи. При этом под ТППИ в эргасистеме понимается совокупность действий, направленных на изменение состояния информации как предмета переработки (продукта), которая на выходе функциональной (управляющей и др.) подсистемы приводится к требуемому виду. Задача защиты информации от дестабилизирующих факторов, таких как ошибки

и искажения информационных массивов, сбои технических средств, нарушения регламента работ, несанкционированные действия и др., сводится к оптимизации структуры ТППИ и выбору такой, которая обеспечивает максимизацию комплексного показателя безопасности (композиция частных показателей достоверности, сохранности и конфиденциальности) информации при заданных ограничениях на время и материальные затраты.

Минимальный необходимый уровень безопасности (защищенности) информации в эргасистеме определяется, как правило, на основе экспертных оценок. Однако при усложнении ТППИ, его автоматизации, а также при увеличении потерь от утечки привилегированной информации требуется формальное обоснование уровня безопасности информационных массивов.

В качестве показателя уровня безопасности информационных массивов в системах специальной связи часто применяется вероятность преодоления защиты криптоаналитиком. В эргасистеме этот показатель является комплексным и характеризует, кроме собственно уровня защищенности информационных массивов, во-первых, вероятность того, что будет предпринята попытка преодоления защиты именно данного массива для получения информации ограниченного распространения, и, во-вторых, вероятность использования для этого конкретного набора средств криптоанализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика обеспечения внешнего качества информации в реальных системах связи и управления показывает, что ни один из способов, методов, мер, средств и мероприятий обеспечения безопасности информации не является абсолютно надежным, а максимальный эффект достигается при объединении всех их в единую, целостную подсистему контроля и защиты информации. При этом

следует учитывать, что данная подсистема должна создаваться параллельно с эргасистемой, начиная с момента выработки общего замысла построения и проектирования последней. Выбор количества и содержания мероприятий обеспечения безопасности информации, а также способов их реализации осуществляется с учетом имеющихся средств и методов применительно к конкретной эргасистеме.

Таким образом, концепция информационной безопасности эргасистемы как защищенности ин-

формационных потребностей системы является конструктивной и включает в качестве составной части концепцию безопасности содержательной информации как защищенности информации от искажения, разрушения, раскрытия (утечки) и модификации. Данное обстоятельство представляется необходимым учитывать при развитии и уточнении прагматических (прикладных) аспектов данных концепций, обеспечивая их согласованность и единство подходов.

Список использованных источников и литературы

1. Бурый А.С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных. Часть 1. Основные понятия и метрики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 3 (78). С. 49–58.
2. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем. – М.: РГУП, 2020. – 314 с.
3. Щекочихин О.В., Синкевич Е.А. Обеспечение информационной безопасности при работе с информационно-поисковыми системами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2 (66). С. 35–40.
4. Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Информационная безопасность автоматизированных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 2 (72). С. 31–37.
5. Братусин А.Р. Проблема кибертерроризма как многоаспектный феномен технологических и политических реалий современного мира // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60–4. С. 65–67.
6. Ловцов Д.А., Бурый А.С. Кибербезопасность: основные тенденции в обеспечении // Правовая информатика. 2024. № 2. С. 23–34.
7. Дураковский А.П., Цимбал В.Н. Моделирование угроз безопасности информации беспроводного стандарта IEEE 802.11 // Безопасность информационных технологий. 2022. Т. 29, № 4. С. 42–52.
8. Марков А.С., Цирлов В.Л. Руководящие указания по кибербезопасности в контексте ISO 27032 // Вопросы кибербезопасности. 2014. № 1(2). С. 28–35.
9. ГОСТ Р 56205–2014 Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 1–1. Терминология, концептуальные положения и модели. (Введ. 2016-01-01). – М.: Стандартинформ, 2020. – 76 с.

