

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УДК 681.518.5: 007

DOI 10.21685/2307-5538-2018-2-1

*А. Г. Дмитриенко, А. В. Николаев, А. В. Ляшенко,
М. В. Тюрин, Д. А. Ярославцева*

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ОБЪЕКТОВ НАЗЕМНО-КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*A. G. Dmitrienko, A. V. Nikolaev, A. V. Lyashenko,
M. V. Tyurin, D. A. Yaroslavtseva*

ELEMENTS OF DEVELOPMENT CONCEPT FOR INTELLIGENT MONITORING AND CONTROL SYSTEMS IN THE ITEMS OF ROCKET AND SPACE EQUIPMENT AND OBJECTS OF GROUND-BASED SPACE INFRASTRUCTURE

А н н о т а ц и я. Актуальность и цели. Рассмотрены элементы концепции построения интеллектуальных систем мониторинга и контроля (СМиК) технического состояния объектов ракетно-космической техники (РКТ) и наземной космической инфраструктуры (НКИ). Проведен анализ основных тенденций развития современных технически сложных объектов РКТ и НКИ. **Материалы и методы.** Используется системный подход к рассмотрению проблемы создания интеллектуальных СМиК объектов РКТ и НКИ. **Результаты.** Представлены результаты реализации Проекта № 25, одобренного комиссией при Президенте Российской Федерации (РФ) «Создание интеллектуальных систем мониторинга и контроля состояния технически сложных объектов ракетно-космической техники и наземной космической инфраструктуры», созданы интеллектуальные СМиК, внедренные и успешно эксплуатируемые на стартовых комплексах «Союз» космодрома Байконур. На Президиуме научно-технического совета (НТС) Госкорпорации «Роскосмос» одобрены развитие и интеграция интеллектуальных СМиК на космодромах «Плесецк» и «Восточный», отмечено, что данные системы готовы к дальнейшему внедрению. **Выводы.** Предложен новый подход к концепции оценки технического состояния объектов РКТ и НКИ космодрома «Восточный» при формировании реальной модели объекта исследования на основе их эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ).

A b s t r a c t. Background. Elements of development concept for intelligent monitoring and control systems (MaCS) in the items of rocket and space equipment (RSE) and objects of ground-based space infrastructure (GSI) are discussed. Analysis of principal trends in devel-

opment of advanced technically demanding objects for RSE and GSI is carried out. **Materials and methods.** System approach to the development problem of intelligent MaCS in RSE and GSI objects is used. **Results.** Operational results of Project 25 «Development of Intelligent Monitoring and Control Systems for Monitoring the Condition of Technically Demanding Objects of Rocket and Space Equipment and Ground-Based Space Infrastructure» approved by the Presidential Commission of the Russian Federation are presented. MaCS have been developed, successfully installed and operated at «Soyuz» launch facilities of Baikonur Space Center. Presidium of Science and Engineering Board of State Space Corporation ROSCOSMOS has approved development and integration of intelligent MaCS at Plesetsk and Vostochny Space Centers and defined them as suitable for further implementation. **Conclusions.** New approach to the concept of condition estimation for technically demanding objects of Vostochny Space Center RSE and GSI has been suggested while developing an actual model of study subject on the basis of physical and operational characteristics.

К л ю ч е в ы е с л о в а: интеллектуальная система мониторинга и контроля, наземная безопасность, ракетно-космическая техника, наземная космическая инфраструктура, стартовый комплекс.

Key words: intelligent monitoring and control system, ground operations safety, rocket and space equipment, ground-based space infrastructure, launch facility.

В соответствии со ст. 48.1 Градостроительного кодекса Российской Федерации № 190-ФЗ объекты космической инфраструктуры относятся к особо опасным и технически сложным объектам (ТСО) [1].

С целью обеспечения национальной безопасности, контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, предупреждения угроз техногенного и природного характера, а также угроз, вызванных проявлениями терроризма в отношении потенциально опасных объектов, была разработана Концепция федеральной системы мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры Российской Федерации и опасных грузов (далее – Концепция) [2].

Концепция определяет цели, задачи и функции, состав и структуру, основные принципы направления работ в области создания, использования и развития систем мониторинга.

Повышение надежности и безопасности изделий ракетно-космической техники (РКТ) и объектов наземной космической инфраструктуры (НКИ) является одной из приоритетных задач ракетно-космической отрасли [3–7].

Находящиеся в эксплуатации объекты РКТ и НКИ космодрома Байконур, относящиеся одновременно к технически сложным и потенциально опасным объектам, эксплуатируются далеко за пределами гарантированного ресурса. При этом степень их опасности постоянно возрастает. Поэтому вопросы, связанные с дальнейшей эксплуатацией данных объектов за пределами назначенных показателей ресурса и срока службы имеют в настоящее время особую актуальность по следующим основным причинам:

- возрастание риска эксплуатации объектов РКТ и НКИ, обусловленного процессами старения и износа их элементов с ухудшением технических и эксплуатационно-технических характеристик, на фоне которого становится сложнее обеспечивать требования по надежности и безопасности;

- усложнение системы эксплуатации объектов РКТ и НКИ как следствие изменений в существующей ранее кооперации их разработчиков и производителей.

Интеллектуальные системы мониторинга и контроля (СМиК) предназначены как для разрабатываемых, так и эксплуатируемых в настоящее время систем, агрегатов и объектов РКТ и НКИ.

Современная структура интеллектуальных СМиК – это многоуровневая совокупность аппаратных и программных средств, имеющих блочно-модульную структуру, реконфигурируемую организацию распределенных датчиков физических величин и связь, как на определенном уровне, так и между уровнями системы, предназначенных для исследования сложных объектов и обеспечивающих формирование, получение, преобразование, передачу, накопление, обработку, представление, документирование и выдачу информации в удобном для пользователя виде, для передачи в другие системы.

Анализ аварий и техногенных катастроф последних десятилетий показал, что традиционные системы автоматизированного управления технологическими процессами (АСУ ТП) не способны в полной мере обеспечить подготовку и принятие обоснованных управленческих решений в условиях неопределенности поведения ТСО и быстроменяющейся обстановки. Это объясняется применением совершенных, но разобщенных систем мониторинга и управления, когда излишняя локализация данных систем может привести к катастрофическим последствиям для ТСО РКТ и НКИ космодронов.

Анализ основных тенденций развития современных ТСО РКТ и НКИ показывает, что ТСО имеют целый ряд особенностей, среди которых следует выделить: многоаспектность, отсутствие строгой регламентации и структуризации технологий управления, избыточность основных элементов и подсистем, связей между ними, территориальную распределенность их компонент.

На космодромах отсутствуют интегрированные интеллектуальные СМиК с использованием интеллектуальных мониторинговых датчиков нового поколения для сбора, обработки, интеллектуального анализа данных, накопления, архивирования и доведения сведений о техническом состоянии и надежности ТСО до заинтересованных структур космодрома, что делает невозможным обобщение и распределение информации в едином информационном пространстве космодрома.

При создании интеллектуальных СМиК необходимо руководствоваться следующими основными элементами концепции построения интеллектуальных СМиК:

- интеллектуальные СМиК должны обеспечивать получение достоверной информации о состоянии оборудования (объекта мониторинга) в необходимом количестве и качестве для обеспечения наблюдаемости его технического состояния;

- принцип достаточности регламентирует выбор минимального числа датчиков физических величин, сопровождающих работу оборудования и систем в целом. При этом выходной сигнал датчиков может быть представлен в широком диапазоне амплитуд и частот с последующей обработкой (обнаружением, фильтрацией, линеаризацией, коррекцией амплитудно-фазовых характеристик и т.д.);

- принцип информационной полноты в общем виде может быть сформулирован так, что помимо диагностических признаков, описывающих техническое состояние объекта известным образом, из спектра сигнала после удаления из него известных признаков выделяют остаточный «шум». При достаточно общих условиях такая система признаков почти ортогональна, т.е. каждый из признаков отражает свой класс неисправностей оборудования;

- принцип инвариантности регламентирует выбор и селекцию таких диагностических признаков, которые инвариантны к конструкции оборудования и форме связи с параметрами ее технического состояния, что обеспечивает применение стандартных процедур без эталонной диагностики и прогнозирования ресурса;

- принцип самодиагностики всех измерительных и управляющих каналов интеллектуальных СМиК реализуется подачей калибровочных сигналов в цепь «датчик – вторичный преобразователь», и проводится анализ данных этого сигнала на выходе системы. Таким образом проверяется функционирование всего тракта интеллектуальных СМиК;

- принцип коррекции измерительных каналов обеспечивает высокую точность и стабильность метрологических характеристик интеллектуальных СМиК [8];

- принцип дружелюбности интерфейса при максимальной информационной емкости обеспечивает восприятие оператором состояния системы в целом при одном взгляде на монитор и получение целеуказывающего предписания на ближайшие неотложные действия;

- принцип многоуровневой организации обеспечивает работу с интеллектуальной СМиК специалистам разных уровней квалификации и ответственности;

- принцип организации интеллектуальных СМиК в режиме реального времени обеспечивает автоматический ввод планирования ресурсов ТСО, информации о состоянии агрегатов и оборудования, планах его ремонта и т.д. по фактическому техническому состоянию.

Используя концептуальные основы построения интеллектуальных СМиК, АО «НИИФИ» разработало и защитило на заседании рабочей группы № 6 «Космос и телекоммуникации» Комиссии при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России проект «Создание интеллектуальных систем мониторинга и контроля технически сложных объектов» (протокол заседания Комиссии при Президенте Российской Федерации № 5 утвержден Президентом Российской Федерации).

Основная цель проекта – устранение неуклонно увеличивающегося отставания Российской Федерации в области средств измерений, контроля, диагностики и мониторинга технического состояния как разрабатываемых, так и эксплуатируемых объектов РКТ и НКИ.

Решение указанной проблемы обеспечивается созданием методов и интеллектуальных систем контроля, диагностики, мониторинга и аварийной защиты технически сложных объектов на основе интеллектуальных датчиков.

АО «НИИФИ» в рамках реализации проекта № 25 «Создание интеллектуальных систем мониторинга и контроля состояния технически сложных объектов ракетно-космической техники и наземной космической инфраструктуры» созданы интеллектуальные СМиК ТСО РКТ и НКИ:

1. Интеллектуальные системы мониторинга и контроля наземной безопасности стартовых комплексов 17П32-5, 6 индексы систем – 406ДЭ21, 373ИК44;

2. Интеллектуальная система мониторинга, контроля, регистрации результатов выполнения операций технологических графиков подготовки и пуска РКН стартового комплекса 17П32-6, индекс системы – 373СО57;

3. Интеллектуальная система мониторинга, контроля, визуализации результатов контроля состояния (критических параметров) технически сложных устройств для руководителя работ при испытаниях и пуске РКН стартового комплекса 17П32-6, индекс системы – 373ИК45.

Интеллектуальные системы мониторинга и контроля наземной безопасности стартовых комплексов 17П32-5, 6 (406ДЭ21, 373ИК44) (рис. 1) предназначены для мониторинга и контроля выполнения опасных и особо опасных операций при подготовке ракеты космического назначения (РКН) на стартовых комплексах (СК) к пуску с целью исключения нарушений технологической дисциплины персоналом расчета и снижения рисков возникновения инцидентов и аварий на СК, ведущих к гибели персонала и разрушению сложных инженерных сооружений.

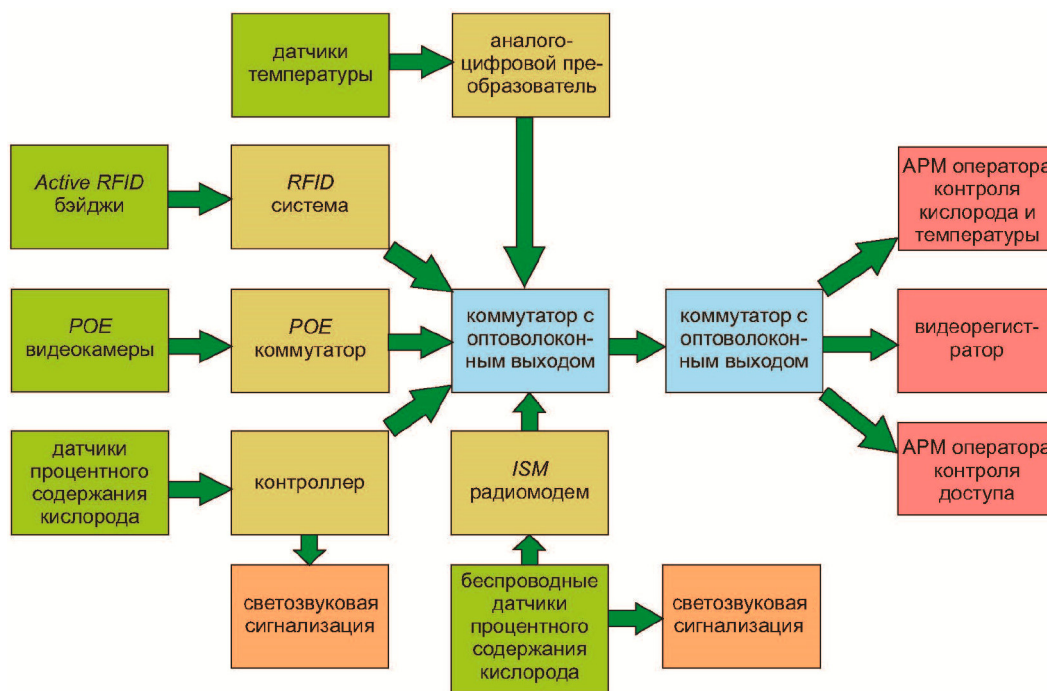


Рис. 1. Структурная схема интеллектуальной системы мониторинга и контроля наземной безопасности СК

Интеллектуальные СМиК 406ДЭ21 и 373ИК44 выполняют следующие функции:

- постоянный контроль процентного содержания кислорода в рабочих зонах стартового комплекса, передачу информации на дисплей оператора по наземной безопасности;
- выдачу светового и звукового сигнала для оповещения персонала о предельно допустимых значениях процентного содержания кислорода и необходимости немедленно покинуть аварийное помещение или сооружение;

- измерение температуры магистралей с перекисью водорода, передачу данных на дисплей оператора по наземной безопасности, выдачу предупреждения о превышении допустимой температуры;
- допуск номеров расчета в помещения стартового комплекса в соответствии с требованиями технологического графика подготовки РКН к пуску;
- контроль пребывания и позиционирования номеров расчета в опасных зонах стартового комплекса с использованием RFID-технологии;
- визуальный контроль средствами промышленного телевидения номеров расчетов в опасных зонах стартового комплекса (рис. 2).



Рис. 2. Внешний вид автоматизированного рабочего места оператора наземной безопасности

2. Интеллектуальная система мониторинга, контроля, регистрации результатов выполнения операций технологических графиков подготовки и пуска РКН стартового комплекса 17П32-6 (373СО57) (рис. 3) предназначена для мониторинга, контроля и регистрации результатов выполнения операций технологических графиков подготовки и пуска РКН, контроля состояния оборудования и систем, сбора, обработки, архивирования и хранения информации.

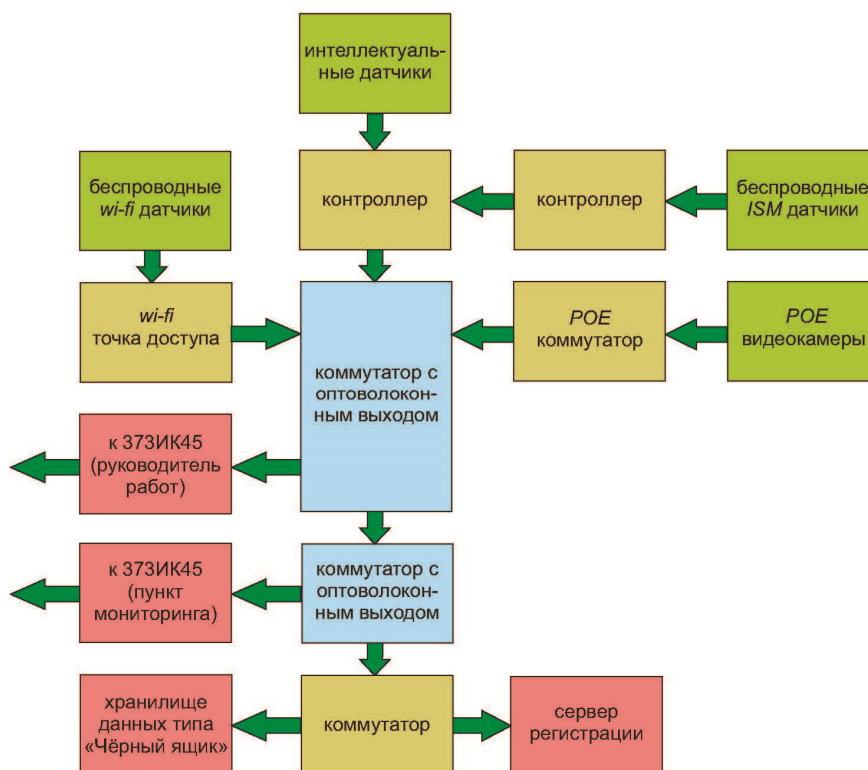


Рис. 3. Структурная схема системы мониторинга, контроля, регистрации 373СО57

Функции, выполняемые интеллектуальной СМик 373СО57:

- контроль хода и выполнения технологических операций подготовки пуска РКН;
- оперативное отображение и регистрация состояния контролируемых параметров оборудования и систем при подготовке к пуску;
- оперативная сигнализация отклонений параметров процесса подготовки от нормального хода, возникновения аварийных ситуаций и отказов (неисправностей) наземных систем;
- регистрация (распознавание; идентификация) отклонений от нормального хода процесса подготовки, в том числе приводящих к аварийным ситуациям, запись данных в «черный ящик»;
- отображение подсказывающей информации (рекомендаций) по выходу из аварийных ситуаций и устранению отказов или неисправностей.

3. Интеллектуальная система мониторинга, контроля, визуализации результатов контроля состояния (критических параметров) технически сложных устройств для руководителя работ при испытаниях и пуске РКН стартового комплекса 17П32-6 (373ИК45) (рис. 4) предназначена для приема сообщений от интеллектуальной системы мониторинга, контроля, регистрации (373СО57) и визуализации хода выполнения технологических операций, включая ручные, параметров технологического процесса, анализа полученных данных с целью выявления неисправностей и отклонений от нормального хода процесса подготовки к пуску РКН.

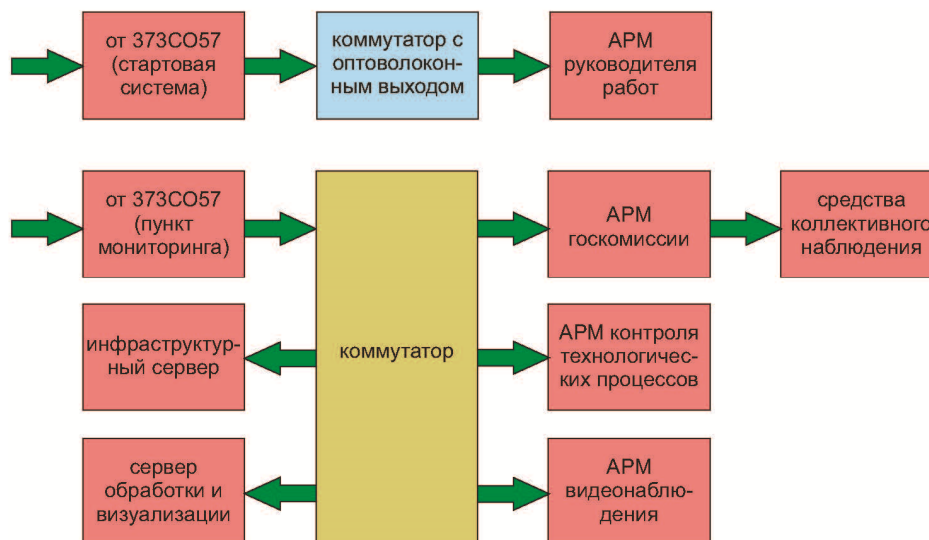


Рис. 4. Структурная схема интеллектуальной системы мониторинга, контроля, визуализации 373ИК45

Интеллектуальная СМик 373ИК45 выполняет следующие функции:

- прием сообщений от 373СО57 о результатах выполнения технологических операций, включая и ручные операции с использованием карточек «штрих-кодов» и терминалов сбора данных;
- анализ полученных данных с целью выявления отклонений от нормального хода процесса подготовки, в том числе приводящих к аварийным ситуациям;
- оперативное отображение и регистрация контрольных параметров процесса подготовки и состояния контролируемого оборудования и систем;
- оперативную сигнализацию отклонений параметров процесса подготовки от нормального хода, возникновения аварийных ситуаций и отказов (неисправностей);
- отображение подсказывающей информации (рекомендаций) по выходу из аварийных ситуаций и устранению отказов (неисправностей);
- визуализацию результатов обработки и анализа данных, получаемых от 373СО57.

АО «НИИФИ» разработало и внедрило на СК 17П32-5, 6 космодрома «Байконур» интеллектуальные системы мониторинга и контроля наземной безопасности, регистрации и визуализации результатов выполнения операций технологических графиков подготовки и пуска РКН, которые в отличие от существующих обеспечивают в реальном времени контроль дей-

ствий боевого расчета с учетом меняющейся обстановки в опасной зоне и позволяют своевременно принимать меры к недопущению аварийных ситуаций и техногенных катастроф [9–11].

Результаты выполнения данных работ были доложены на Президиуме НТС Госкорпорации «Роскосмос» по вопросу «Результаты и перспективы создания интеллектуальных систем мониторинга и контроля состояния сложных объектов ракетно-космической техники и наземной космической инфраструктуры».

Президиум НТС Госкорпорации «Роскосмос» в Решении от 30.06.2016 г. № 160-р п. 3 рекомендовал «обеспечить продолжение разработки и внедрения созданных промышленных технологий в качестве научно-технического задела создания систем мониторинга и контроля за техническим состоянием объектов РКТ и НКИ на космодромах «Байконур», «Плесецк», «Восточный».

На основе разработанных и внедренных интеллектуальных СМиК, интеллектуальных мониторинговых датчиков физических величин в настоящее время существует уникальная возможность создать распределенную реконфигурируемую интеллектуальную СМиК ЭТХ агрегатов и систем РКТ и НКИ в едином информационном пространстве космодрома «Восточный».

Эксплуатационно-технические характеристики агрегатов и систем космодрома «Восточный» дают возможность получить и обработать первичную мониторинговую информацию о ЭТХ состояния каждой единицы оборудования агрегатов и систем до момента первого старта РКТ, в том числе во время пуско-наладочных работ, автономных и комплексных испытаний. Тем самым появляется возможность сравнить ЭТХ реального оборудования РКТ и НКИ с характеристиками, заложенными в его проекте. Получение мониторинговой информации до момента первого старта РКТ позволит сформировать реальную модель ЭТХ, максимально приближенную к проектной. Использование такой модели в свою очередь позволит разработать комплекс мероприятий и работ, обеспечивающих возвращение ЭТХ агрегатов и систем РКТ и НКИ после очередного пуска, максимально приближенных к проекту. Это принципиально отличается от сложившейся практики управления техническим состоянием объектов РКТ и НКИ по принципу «от достигнутого», тем более что существующая нормативно-техническая документация определяет лишь общую номенклатуру требований к оцениванию текущего состояния объектов РКТ и НКИ [12].

В этой связи предлагается новый подход к формированию концепции оценивания технического состояния объектов РКТ и НКИ. Эта концепция содержит два основных аспекта: системный и физический. Физический аспект отражает природу процессов эксплуатации и изменения технического состояния объектов, а системный аспект используется для координации исследований разнообразных явлений и процессов в рамках единого информационного пространства, а также комплекса алгоритмически взаимосвязанных моделей, методов и характеристик [13].

Новый подход включает:

- методики и алгоритмы выявления и агрегирования мониторинговых данных для определения технического состояния, которые могут служить основой для продления сроков эксплуатации объектов РКТ и НКИ;
- комплекс моделей, состоящий из трех типов моделей: эталонной; проектной, обобщающей ЭТХ, заложенные в процессе проектирования; реальной индивидуальной модели конкретного объекта РКТ и НКИ, полученной по результатам мониторинговых данных;
- текущую индивидуальную модель конкретного объекта РКТ и НКИ, полученную по результатам мониторинга ЭТХ, собираемых во время подготовки и проведения пусков, а также регламентных работ.

Объединение всех применяемых и вновь разрабатываемых подходов к обеспечению безопасности РКТ и НКИ на основе предлагаемого способа формирования концепции «ЭТХ проект (эталон) – ЭТХ конкретного вновь созданного объекта, приведение к эталонному – реальные ЭТХ объектов в процессе эксплуатации после каждого пуска – приведение ЭТХ объектов в процессе подготовки к пуску – к эталонным ЭТХ».

Разработка этого направления имеет своей целью создание единой концепции построения интеллектуальных СМиК ЭТХ объектов РКТ и НКИ космодрома «Восточный», которая ляжет в основу информационно-коммуникационных технологий и методик инженерного синтеза, интеллектуального анализа данных и информационной поддержки принятия решений,

что обусловлено общностью проблем, задач, различных критериев, признаков, параметров и других особенностей, характеризующих данные процессы при рассмотрении их на общесистемном уровне. Такой концептуальный подход к созданию интеллектуальных СМК ЭТХ объектов РКТ и НКИ позволит осуществлять координацию и системную совместимость соответствующих работ [12].

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004. № 190-ФЗ.
2. Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2005. № 1314-р. «Об одобрении концепции федеральной системы мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры РФ и опасных грузов». – 8 с.
3. Федеральное космическое агентство (Роскосмос) Приказ от 22 июня 2012. № 135 «Об утверждении Положения по выполнению требований безопасности при эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры космодрома Байконур» (ПВТБЭ-2012).
4. Бармин, И. В. Вопросы обеспечения безопасности функционирования ракетно-космического стартового комплекса / И. В. Бармин, В. Л. Каджаев // Полет. – 2007. – № 2. – С. 3–11.
5. Обоснование некоторых основных характеристик стартового оборудования космодромов XXI века. / И. В. Бармин, В. А. Зверев, А. Ю. Украинский, В. В. Чугунков, А. В. Языков // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – Вып. 3. – URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/rocket/630.html>
6. Бармин, И. В. Принципы обеспечения надежности и безопасности функционирования ракетно-космического комплекса на этапе предпусковой подготовки / И. В. Бармин, В. Л. Каджаев // Полет. – 2013. – № 8. – С. 53–64.
7. Бирюков, Г. П. Основы обеспечения надежности и безопасности стартовых комплексов / Г. П. Бирюков, Ю. Ф. Кукушкин, А. В. Торпачев. – М. : Изд-во МАИ, 2002. – 258 с.
8. ГОСТ Р 8.731-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы метрологического самоконтроля. – М. : Стандартинформ, 2012. – 19 с.
9. Дмитриенко, А. Г. Распределенная интеллектуальная система мониторинга состояния объектов РКТ / А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов, В. Н. Новиков // Ракетно-космическое приборостроение и информационные технологии – 2010 : тр. III Всерос. науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий» (1–3 июня 2010 г.) / под ред. Ю. М. Урличича, А. А. Романова. – М. : Радиотехника, 2011. – С. 413–419.
10. Николаев, А. В. Интеллектуальная система мониторинга состояния технически сложных объектов РКТ / А. В. Николаев, А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов // Современные информационные технологии : сб. ст. междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : ПГТА, 2011. – Вып. 14. – С. 5–10.
11. Бакланов, В. И. Алгоритм оценки параметров процесса подготовки к пуску ракеты космического назначения / В. И. Бакланов, О. В. Саклаков // Ракетно-космическая техника. Информационные системы и технологии : науч. тр. : в 2 т. – М. : НИИ КС им. А. А. Максимова, 2012. – Т. 2. – С. 78–87.
12. Элементы концепции безопасности объектов наземной космической инфраструктуры на основе систем контроля и функционального мониторинга / А. Г. Дмитриенко, А. И. Белозерцев, М. Ю. Михеев, М. В. Тюрин, А. В. Ляшенко // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2016. – № 4 (18). – С. 3–21.
13. Романов, А. А. Прикладной системный инжиниринг / А. А. Романов. – М. : Физматлит, 2015. – 555 с.

Дмитриенко Алексей Геннадиевич

доктор технических наук, профессор,
кафедра ракетно-космического
и авиационного приборостроения,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: rkap@pnzgu.ru

Dmitrienko Aleksey Gennadievich

doctor of technical sciences, professor,
sub-department of rocket-space
and airtation instrument,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Николаев Андрей Валерьевич

генеральный директор,
Научно-исследовательский институт
физических измерений
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10)
E-mail: info@niifi.ru

Nikolaev Andrey Valer'evich

the general director,
Scientific-research Institute
of Physical Measurements
(8/10 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Ляшенко Антон Валерьевич

начальник конструкторского бюро,
Научно-исследовательский институт
физических измерений
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10)
E-mail: info@niifi.ru

Lyashenko Anton Valer'evich

head of the design bureau,
Scientific-research Institute
of Physical Measurements
(8/10 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Тюрин Михаил Владимирович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Научно-исследовательский институт
физических измерений
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10)
E-mail: info@niifi.ru

Tyurin Mikhail Vladimirovich

candidate of technical sciences,
senior researcher,
Scientific-research Institute
of Physical Measurements
(8/10 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Ярославцева Дарья Александровна

аспирант,
инженер-конструктор,
Научно-исследовательский институт
физических измерений
(Россия, г. Пенза, ул. Володарского, 8/10)
E-mail: levik_92@mail.ru

Yaroslavtseva Dar'ya Aleksandrovna

postgraduate student,
design engineer,
Scientific-research Institute
of Physical Measurements
(8/10 Volodarskogo street, Penza, Russia)

УДК 681.518.5: 007

Элементы концепции построения интеллектуальных систем мониторинга и контроля изделий ракетно-космической техники и объектов наземно-космической инфраструктуры /
А. Г. Дмитриенко, А. В. Николаев, А. В. Ляшенко, М. В. Тюрин, Д. А. Ярославцева // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2018. – № 2 (24). – С. 5–13. – DOI 10.21685/2307-5538-2018-2-1.