

УДК 629.7.08: 047.36

А. Г. Дмитриенко, А. И. Белозерцев, М. Ю. Михеев, М. В. Тюрин, А. В. Ляшенко

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НАЗЕМНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА

A. G. Dmitrienko, A. I. Belozertsev, M. Y. Mikheev, M. V. Tyurin, A. V. Lyashenko

SECURITY CONCEPT ELEMENTS FOR THE OBJECTS OF GROUND-BASED SPACE INFRASTRUCTURE ON THE BASIS OF CONTROL AND OPERATIONAL MONITORING SYSTEMS

А н н о т а ц и я. *Актуальность и цели.* Рассмотрена структурная схема обеспечения безопасности на основе комплексной системы контроля и функционального мониторинга. Проведен анализ существующих подходов к решению проблемы обеспечения сохранения заданных значений эксплуатационно-технических характеристик на протяжении всего времени функционирования стартовых комплексов и наземной космической инфраструктуры. Целью работы является определение направлений обеспечения безопасности объектов наземной космической инфраструктуры на основе систем контроля и функционального мониторинга. *Материалы и методы.* Используется системный подход к рассмотрению проблемы обеспечения безопасности стартовых комплексов и наземной космической инфраструктуры. *Результаты.* Представлены элементы концепции обеспечения безопасности объектов наземной космической инфраструктуры на основе систем контроля и функционального мониторинга. Показана необходимость формирования эталонной модели эксплуатационно-технических характеристик стартового комплекса и наземной космической инфраструктуры. *Выводы.* Предложенный концептуальный подход к созданию комплексной системы контроля и функционального мониторинга позволит осуществлять координацию и системную совместимость соответствующих работ за счет использования готовых методик и информационных технологий.

A b s t r a c t. *Background.* The structural scheme of safety measures on the basis of integrated and operational monitoring systems has been described. The analysis of the existing approaches to solve safety ensuring problem of the given values of technical characteristics throughout the entire operation period of launch complexes and ground space infrastructure has been carried out. The work is aimed to determine the directions of safety ensuring of the ground-based space infrastructure objects on the basis of control and operational monitoring systems. *Materials and methods.* A systematic approach to solve the safety ensuring problem for the launch complexes and ground-based space infrastructure has been used. *Results.* The elements of the safety ensuring concept for the ground space infrastructure objects on the basis of control and operational monitoring systems are presented. The necessity to form a reference model of the operational and technical characteristics for the launch complex and the ground space infrastructure is shown. *Conclusions.* The proposed conceptual approach for the devel-

opment of the integrated and operational monitoring system will allow to coordinate and match relevant operations through the use of ready-made techniques and information technologies.

К л ю ч е в ы е с л о в а: стартовые и технические комплексы космодрома, единая информационная среда космодрома, эксплуатационно-технические характеристики, космический ракетный комплекс, наземная космическая инфраструктура, технически сложный объект.

К e y w o r d s: space-launch and technical facilities, shared launch area IT environment, physical and operational characteristics, guided missile system, ground-based space infrastructure, technically complex object.

Актуальной задачей развития наземной космической инфраструктуры Российской Федерации является [1–5] создание современных стартовых комплексов (СК) на строящемся космодроме «Восточный» для новых модификаций ракет космического назначения (РКН) «Союз» и «Ангара», а также совершенствование систем контроля и мониторинга СК РКН «Ангара» космодрома «Плесецк». Основой строительства стартовых комплексов является проектная документация, обеспечивающая выполнение требований, установленных техническим заданием. Предлагаемый способ формирования концепции обеспечения безопасности наземной космической инфраструктуры включает:

- обобщение требований, установленных техническим заданием, и параметров эксплуатационно-технических характеристик (ЭТХ) проекта;
- формирование эталонной информационной модели эксплуатационно-технических характеристик СК.

Формирование эталонной информационной модели эксплуатационно-технических характеристик проектируемого стартового комплекса выполняется по принципу обеспечения уровня безопасности каждой единицы оборудования в составе комплекса в зависимости от его функции при выполнении технологических операций таким образом, чтобы их суммарный уровень безопасности обеспечивал уровень безопасности комплекса.

Строительство новых СК дает уникальную возможность получить и обработать первичную мониторинговую информацию о ЭТХ состояния каждой единицы оборудования агрегатов и систем СК до момента первого старта, в том числе во время пуско-наладочных работ, автономных и комплексных испытаний. Тем самым появляется возможность сравнить эксплуатационно-технические характеристики реального СК с характеристиками, заложенными в его проекте. Получение мониторинговой информации до момента первого старта позволит сформировать реальную модель ЭТХ СК, максимально приближенную к проектной. Использование такой модели в свою очередь позволит разработать комплекс мероприятий и работ, обеспечивающих возвращение эксплуатационно-технических характеристик СК, после очередного пуска максимально приближенных к эталонному. Это принципиально отличается от сложившейся практики управления техническим состоянием СК по принципу «от достигнутого», тем более что существующая нормативно-техническая документация определяет лишь общую номенклатуру требований к оцениванию текущего состояния СК [1, 5, 6].

Впервые с учетом развития информационных и мониторинговых технологий появляется возможность на вновь вводимых объектах осуществлять контроль и мониторинг эксплуатационно-технических характеристик СК и технических комплексов (ТК), используя в качестве точки отсчета эталонную модель, обобщающую параметры СК, полученные расчетным путем, при проектировании оборудования и комплексов, обеспечивающих уровень безопасности в соответствии требованиями ГОСТ Р 54317–2011.

Реальные значения параметров ЭТХ, полученных при проведении приемо-сдаточных испытаний в эксплуатацию (начало эксплуатации, индивидуальные особенности старта, первый пуск), и параметров ЭТХ, полученных при проведении каждого пуска, будут отличаться от расчетных. Сравнительный анализ показателей ЭТХ обозначит слабое звено оборудования

(системы), где происходит отклонение от заданных параметров. По результатам принимается решение о проведении работ по обнаружению и устранению причин, снижающих уровень безопасности, и доведении его до показателей проекта после каждого старта. В процессе проведения работ по подготовке пуска система мониторинга выдает информацию лицу, принимающему решения (ЛПР).

В работе [2] показано, что проектирование новых вариантов СК и ТК основано на системном подходе и носит итерационный характер: от постановки и решения общей задачи создания комплекса к конкретным техническим решениям по его отдельным агрегатам и системам. При этом определяются оптимальные параметры комплекса в целом, выполняется минимизация затрат на создание и эксплуатацию в течение всего жизненного цикла, который для СК и ТК составляет не менее 30 лет. В процессе эксплуатации должны выполняться многочисленные требования по безопасности:

- обоснованное обеспечение требуемых запасов прочности несущих конструкций стартового оборудования;

- автоматизация всех опасных операций подготовки РКН на СК, рациональное резервирование ответственных элементов, создание алгоритмов функционирования автоматизированных систем и агрегатов с возможностью оперативного вмешательства в их работу и резервирования времени выполнения операций.

Тем самым обоснована актуальность задачи проектирования систем диагностики уже на стадии проектирования оборудования новых СК и ТК, что позволит предусматривать диагностику стартовых сооружений и оборудования посредством создания системы непрерывного контроля их ЭТХ. Такой подход позволит реализовать гибкую систему эксплуатации агрегатов, систем и сооружений СК и ТК при их реальном состоянии на протяжении всего жизненного цикла.

Используемые в настоящее время принципы научно-технического сопровождения не в полной мере обеспечивают надежность и безопасность эксплуатации СК за пределами назначенных и продленных сроков службы по следующим причинам [7–9]:

- не в полном объеме проработана методология оценки ТС по результатам мониторинга, которая обеспечила бы возможность своевременного проведения мероприятий для поддержания требуемого уровня качества функционирования СК, прогнозирования остаточного ресурса и продления сроков эксплуатации;

- оценивание и прогнозирование ТС агрегатов и систем СК в настоящее время ведутся преимущественно на основе статистических или экспертных оценок, которые для сложных уникальных объектов не обладают необходимой достоверностью, поскольку в процессе эксплуатации существенно изменяются свойства и нагрузки механических элементов, что не обеспечивает статистическую устойчивость мониторинговых данных;

- используемые в настоящее время модели процессов функционирования СК основаны преимущественно на разработанных в рамках проектов функциональных и конструктивных схемах, которые, в частности, отражают «деградационные» изменения конструктивных материалов и элементов, что приводит к изменениям эксплуатационно-технических характеристик агрегатов и систем СК;

- обычно вопросы организации мониторинга ТС комплексов возникают уже в процессе их эксплуатации, в конце срока выработки назначенного ресурса, поскольку созданные до настоящего времени объекты, как правило, не оснащены специальными системами мониторинга и контроля [3, 5, 10, 11].

Традиционно диагностические системы базируются на принципах и методах, лишь констатирующих отказы и неисправности в штатном режиме, принципиально не позволяющих учесть ряд важнейших динамических свойств СК в нештатных и критических ситуациях, вероятностные характеристики агрегатов и систем, условия возникновения динамического хаоса в детерминированных системах, эффекты динамики механизмов нагружения, старения и разрушения материалов и конструкций, влияние окружающей среды, поведение агрегатов и узлов в нештатных и критических ситуациях. Не решены вопросы управления структурной динамикой сложных систем, процессов их деградации, а также оценки и прогнозирования рисков

возникновения нештатных и критических ситуаций и информационной поддержки принятия решений в соответствующих ситуациях.

Предложенные элементы концепции направлены на решение технических и технологических проблем комплексного мониторинга сохранения заданных значений эксплуатационно-технических характеристик систем стартовых и технических комплексов космодрома в процессе эксплуатации с учетом эксплуатационно-технических характеристик следующих трех типов:

- проектных, т.е. тех, которые были заложены в процессе проектирования и обобщают опыт предыдущих проектов;
- мониторинговых данных, полученных после окончания строительства реального объекта, учитывающие именно его специфику;
- результатов мониторинга, собираемых во время подготовки и проведения пусков, а также регламентных работ.

Создание комплексной системы контроля и функционального мониторинга требует специального обоснования предлагаемых технических и технологических решений.

Возникает необходимость определения исходных – концептуальных положений. Предложено решить задачу комплексирования существующих и разрабатываемых систем контроля и функционального мониторинга на базе единой информационной среды (ЕИС) и интеллектуального анализа данных и системы взаимосвязанных методов научного обоснования технических и технологических решений по ее созданию [10].

В этой связи предлагается новый подход к формированию концепции оценивания ТС СК. 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 ЕИС, а также комплекса алгоритмически взаимосвязанных моделей, методов и характеристик.

Новый подход включает:

- концепцию, стратегии, методики и алгоритмы выявления и агрегирования мониторинговых данных для определения ТС, которое может служить методической основой для продления сроков эксплуатации СК;
- комплекс моделей, состоящий из трех типов моделей: эталонной; проектной, обобщающей ЭТХ, заложенные в процессе проектирования; реальной индивидуальной модели конкретного СК, полученной по результатам мониторинговых данных, собранных после окончания строительства конкретного объекта;
- текущую индивидуальную модель конкретного СК, полученную по результатам мониторинга ЭТХ, собираемых во время подготовки и проведения пусков, а также регламентных работ.

На рис. 1 представлена структурная схема обеспечения безопасности на основе комплексной системы контроля и функционального мониторинга.

СПИИРАН (г. Санкт-Петербург) совместно с ЗАО «СКБ «ОРИОН» (г. Санкт-Петербург) разработана технология мониторинга, интеллектуального анализа данных и информационной поддержки принятия решений ЛПР, базирующаяся на применении комплекса логических, лингвистических и математических моделей, что позволило обеспечить параллельную распределенную обработку сверхбольших объемов мониторинговой информации в реальном времени, при этом обеспечивается очистка данных посредством выявления и исключения некорректных, неточных и противоречивых данных. Разработанная технология направлена на упреждающее предсказательное комплексное моделирование развивающейся ситуации и базируется на отечественных разработках в области системотехники и инженерии знаний, что позволило обеспечить консолидацию данных, информации и знаний, получаемых в процессе мониторинга и управления ТСО, и обеспечить формирование целостного образа объекта мониторинга [6].

Проведенный анализ существующих подходов к решению проблемы обеспечения сохранения заданных значений ЭТХ СК и ТК на протяжении всего времени их функционирования показал, что сформировались необходимые предпосылки для формирования нового междисциплинарного научного направления – теории управления ТСО и организационно-техническими системами в кризисных ситуациях [12–14].

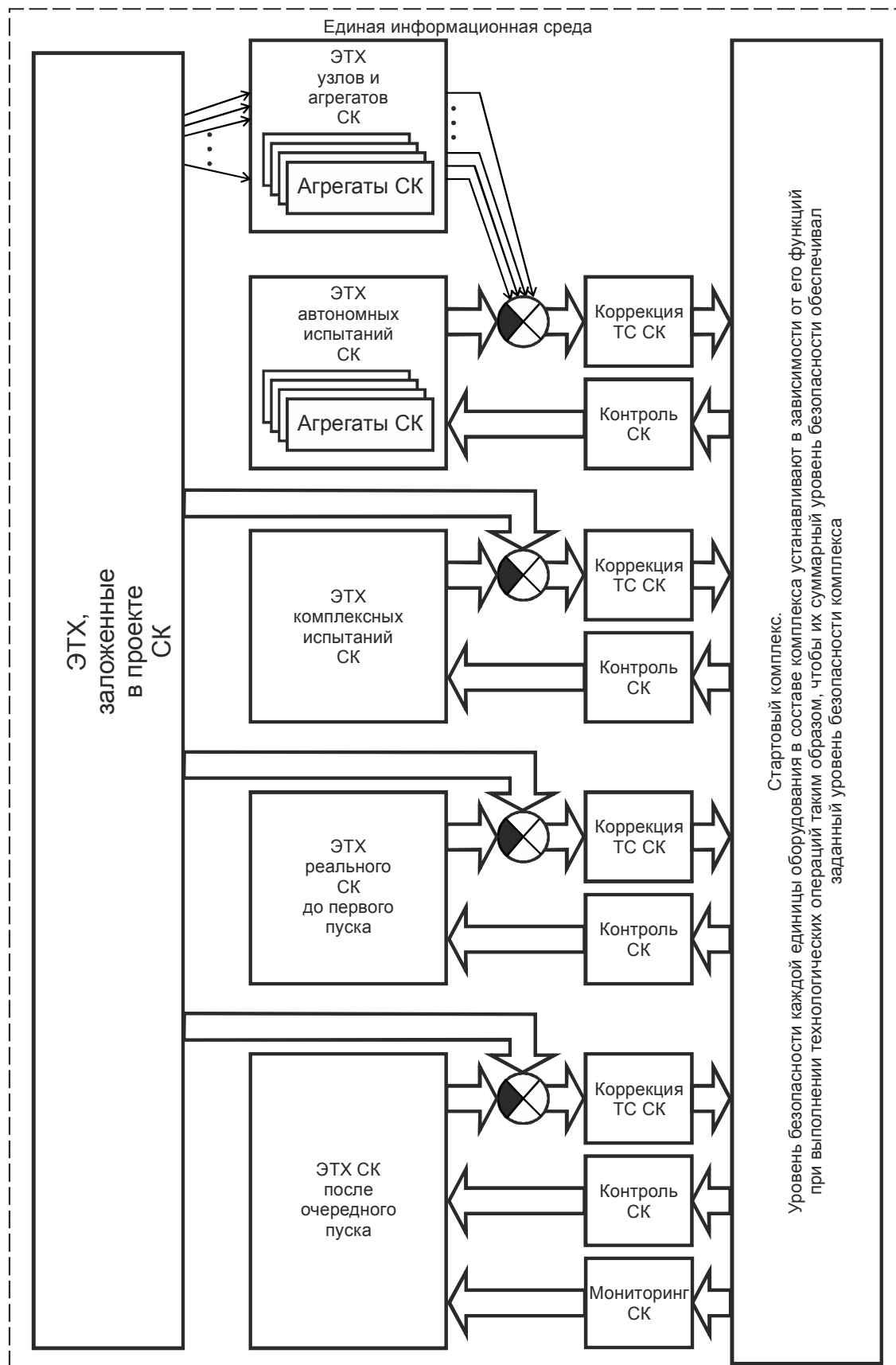


Рис. 1. Структурная схема обеспечения безопасности на основе комплексной системы контроля и функционального мониторинга

Объединение всех применяемых и вновь разрабатываемых подходов к обеспечению безопасности СК на основе предлагаемого способа формирования концепции позволило выделить этапы развития ЭТХ:

- ЭТХ проекта (эталон);
- ЭТХ конкретного вновь созданного СК;
- реальные ЭТХ СК в процессе эксплуатации после каждого пуска;
- приведение ЭТХ СК в процессе подготовки к пуску;
- к эталонным ЭТХ.

Разработка этого направления имеет своей целью создание единой методологии построения систем управления ТСО, 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 процессы и цели управления ТСО при рассмотрении их на некотором общесистемном уровне. Такой концептуальный подход к созданию систем контроля и функционального мониторинга СК и ТК позволит осуществлять координацию и системную совместимость соответствующих работ на основе потребностей и возможностей экономии ресурсов за счет использования готовых методик и информационных технологий.

АО «НИИФИ» г. Пенза разработало и внедрило на СК «Союз» космодрома «Байконур» интеллектуальные системы мониторинга и контроля выполнения технологических процессов подготовки пуска, включающие в свой состав подсистемы наземной безопасности, регистрации и визуализации результатов выполнения операций технологических графиков подготовки и пуска РКН стартовых комплексов, в отличие от существующих, обеспечивающих в реальном времени возможность контролировать действия боевого расчета с учетом меняющейся обстановки в опасной зоне и своевременно принимать меры к недопущению аварийной ситуации. Система реализует следующие функции:

- допуск номеров расчета в сооружения и помещения стартового комплекса в соответствии с требованиями технологического графика подготовки РКН к пуску;
- контроль пребывания и позиционирования номеров расчета (пространственное положение каждого номера расчета на весь период проведения технологических операций подготовки и пуска РКН) в опасных зонах стартового комплекса с использованием RFID-технологии (персональная карта – бэйдж);
- постоянный контроль процентного содержания кислорода в рабочих зонах стартового комплекса, передачу информации на дисплей оператора по наземной безопасности;
- выдача светового и звукового сигнала для оповещения персонала о предельно допустимых значениях процентного содержания кислорода и необходимости немедленно покинуть аварийное помещение или сооружение и управление персоналом по громкой связи;
- измерение температуры магистралей с перекисью водорода, передачу данных на дисплей оператора по наземной безопасности, выдачу предупреждения о превышении допустимой температуры;
- визуальный контроль средствами промышленного телевидения перемещений номеров расчетов в опасных зонах стартового комплекса;
- автоматизированный контроль хода и выполнения технологических операций подготовки пуска РКН;
- автоматизированное оперативное отображение и регистрация в технологическом графике состояния контролируемых параметров оборудования и систем при подготовке к пуску, включающие процессы контроля:
 - пространственного положения передвижных агрегатов;
 - вибрационных и ударных нагрузок передвижных агрегатов с РКН;
 - стыкуемых узлов штрих-кодерами;
 - положения площадок кабины обслуживания;
 - расстояния кабины обслуживания до стены ниши;
 - угла наклона несущих стрел;

- уровня (керосин, пероксид водорода и др.);
- метеопараметров;
- оперативная сигнализация отклонений параметров процесса подготовки от планового хода, возникновения аварийных ситуаций и отказов (неисправностей) наземных систем;
- регистрация и визуализация (распознавание, идентификация) отклонений от планового 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;
- информация предоставляется на автоматизированные рабочие места (АРМ) пользователей: АРМ оператора, АРМ руководителя работ, АРМ госкомиссии, АРМ контроля технологических процессов, АРМ видеонаблюдения, средства коллективного наблюдения [15–18].

СМиК обеспечивает интегрированный контроль указанных параметров, что позволяет одному оператору адекватно принимать решения о приостановлении работ или эвакуации обслуживающего персонала на основании полученных данных от датчиков кислорода (где утечка), видеонаблюдения, допуска и позиционирования номеров расчета, которые находятся в опасной зоне. Подсистема допуска и позиционирования имеет обратную связь (тревожная кнопка), которая позволяет в кратчайшие сроки эвакуировать конкретного человека.

Также СМиК позволяет проверить уполномочено или нет конкретное лицо находиться в определенной зоне в определенное время и персонализировать нахождение номеров расчета в зоне выполнения работ в соответствии с технологическим графиком подготовки к пуску РКН – конкретная операция, время, место, безопасность зоны.

Применение штрих-кодов идентификации положений выполненных операций (заправочные шланги, силовые кабели и другое оборудование) позволило автоматизировать контроль выполнения технологических операций и оперативно влиять на ход их проведения.

Применение СМиК повысило безопасность обслуживающего персонала и снизить риск аварийных ситуаций на СК.

Объединение совместных усилий организаций ракетно-космической отрасли позволит окончательно решить задачу обеспечения безопасной эксплуатации космической техники.

Список литературы

1. Бармин, И. В. Вопросы обеспечения безопасности функционирования ракетно-космического стартового комплекса / И. В. Бармин, В. Л. Каджаев // Полет. – 2007. – № 2. – С. 3–11.
2. 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>
3. 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.
4. Аникейкин, Н. Д. Теория и практика эксплуатации объектов космической инфраструктуры. Т. 1. Объекты космической инфраструктуры / Н. Д. Аникейкин, О. А. Антропов, Л. Т. Баранов и др. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
5. 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.
6. Методология создания и применения интеллектуальных информационных технологий наземно-космического мониторинга сложных объектов / В. А. Зеленцов, А. П. Ковалев, М. Ю. Охтилев, Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов. – Труды СПИИРАН. – 2013. – Вып. 5(28).
7. Дмитриенко, А. Г. Синтез информационно-структурных моделей состояния технически сложных объектов наземной инфраструктуры / А. Г. Дмитриенко, М. Ю. Михеев, М. В. Тюрин // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2012. – Т. 2. – С. 405–407.

8. Михеев, М. Ю. Ситуационно-структурный подход к анализу информационных объектов / М. Ю. Михеев, А. Б. Щербань // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2006. – № 6. – С. 128.
9. Михеев, М. Ю. Синтез обобщенной информационной модели нейросетевой идентификации распределенных информационных объектов / М. Ю. Михеев, Т. В. Жашкова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. – 2009. – Т. 1. – С. 442–444.
10. Дмитриенко, А. Г. Системы интеллектуального анализа данных: методология, реализация, приложения / А. Г. Дмитриенко, М. Ю. Михеев, И. Ю. Семочкина. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2013. – 164 с.
11. Тюрин, М. В. Разработка моделей прогнозирования состояния элементов технически сложного объекта / М. В. Тюрин, С. А. Фомин, О. В. Прокофьев // Надежность и качество сложных систем. – 2016. – № 1 (13). – С. 73–78.
12. Тюрин, М. В. Реализация систем интеллектуального мониторинга и контроля состояния технически сложных объектов ракетно-космической техники и наземной космической инфраструктуры / М. В. Тюрин, Д. И. Волков, А. В. Кердяшов // Датчики и системы – 2011 : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : ОАО «НИИФИ», 2011. – С. 114–115.
13. Дмитриенко, А. Г. Математическое моделирование состояния технически сложных объектов наземной инфраструктуры / А. Г. Дмитриенко, М. Ю. Михеев, М. В. Тюрин // Информационные ресурсы и системы в экономике, науке и образовании : сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 3–9.
14. Дмитриенко, А. Г. Синтез обобщенной математической модели подсистемы нейросетевой идентификации систем мониторинга и контроля состояний технических систем специального назначения / А. Г. Дмитриенко, М. В. Тюрин // Современные информационные технологии : тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГТА, 2012. – Вып. 15. – С. 8–11.
15. Интеграция беспроводных датчиков в измерительную сеть / А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов, С. А. Исаков, В. Н. Новиков, О. В. Тужилкин // Датчики и системы. – 2012. – № 9. – С. 44–46.
16. Дмитриенко, А. Г. Распределенная интеллектуальная система мониторинга состояния сложных технических объектов / А. Г. Дмитриенко, А. В. Блинов, В. Н. Новиков // Измерительная техника. – 2011. – № 3. – С. 13–15.
17. Дмитриенко, А. Г. Информационная модель интеллектуального датчика / А. Г. Дмитриенко, С. И. Торгашин, И. И. Кочегаров // Современные информационные технологии : тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд. ПГТА, 2011. – Вып. 14. – С. 77–83.
18. Ляшенко, А. В. Методы распознавания текущего состояния технически сложных объектов наземной космической инфраструктуры / А. В. Ляшенко, А. П. Дергач, Я. С. Ломов // Датчики и системы : сб. тр. XXXI Межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Пенза : ОАО «НИИФИ», 2013. – С. 11–19.

Дмитриенко Алексей Геннадиевич

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

Dmitrienko Aleksey Gennadievich

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

Белозерцев Александр Иванович

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

Belozertsev Aleksandr Ivanovich

first deputy director general,
Scientific-research Institute
of physical measurements
(8/10 Volodarskogo street, Penza, Russia)

Михеев Михаил Юрьевич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
информационных технологий и систем,
Пензенский государственный
технологический университет
(Россия, г. Пенза,
проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11)
E-mail: rector@penzgtu.ru

Mikheev Mikhail Yur'evich

doctor of technical sciences, professor,
head of sub-department
of information technology and systems,
Penza State Technological University
(1a/11 Baydukova/Gagarina 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 Mihail Vladimirovich

candidate of technical sciences, senior researcher,
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)

УДК 629.7.08: 047.36

**Элементы концепции обеспечения безопасности объектов наземной космической инфра-
структуры 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. 13–21.**