

---

---

# СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ И СИНТЕЗУ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

---

---

УДК. 519.8

О. В. МАЙДАНОВИЧ, М. Ю. ОХТИЛЕВ, Н. Н. КУССУЛЬ,  
Б. В. СОКОЛОВ, Е. Г. ЦИВИРКО, Р. М. ЮСУПОВ

## МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ И АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Рассматриваются основные факторы и примеры оценивания влияния современных информационных технологий и систем на функционирование существующих и перспективных организационно-технических комплексов. Предлагаются новые методические подходы к решению задач анализа и синтеза эффективных информационных технологий и систем.

*Ключевые слова:* автоматизированные и информационные системы, многокритериальное оценивание и анализ эффективности, сложные организационно-технические комплексы.

**Введение.** Современный этап развития научно-технической революции охватывает все новые и новые сферы человеческой деятельности. Благодаря передовым компьютерным и телекоммуникационным технологиям значительно повышаются эффективность производства, сокращаются расходы всех видов ресурсов и сырья, а также временные затраты. На рубеже XX и XXI вв. начался переход от индустриального к информационному обществу во многих ведущих мировых державах. Информатизация и информационное общество — как конечная цель информатизации — характеризуются активной разработкой и широким, массовым внедрением информационных технологий во все сферы человеческой деятельности [1—10]: социальную сферу, сферу материального производства, энергетику, здравоохранение, образование, науку, культуру, торговлю, транспорт, связь, военное дело и т.д. К настоящему времени сделаны определенные попытки оценить роль и влияние информационных технологий на развитие ряда указанных сфер. В настоящей статье авторы обращаются к анализу влияния информационных технологий и соответствующих информационных систем (ИТ и ИС) на развитие такой сферы, как процессы и системы управления объектами различной природы.

Управление в широком понимании — это функция, присущая организованным системам (техническим, биологическим, социальным и их производным — социально-техническим, человекомашинным и т.д.) и направленная на достижение заданной цели применительно к некоторой предметной области. В этой связи известный английский кибернетик Стаффорд Бир писал, что „управление есть неотъемлемое свойство любой системы“ [11].

Зависимость эффективности функционирования систем управления от уровня развития информатики и информационных технологий очевидна, но в ряде случаев не однозначна [12—14]. Конструктивное выявление и исследование указанной зависимости представляет

собой актуальную научно-техническую проблему, в рамках которой необходимо получить ответ на следующий вопрос — в какие перспективные информационные технологии следует вкладывать деньги и почему.

**Методические основы и примеры оценивания эффективности информационных технологий и систем.** Говоря о современных процессах и системах управления, будем выделять *два класса систем: автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) объектами* (группами объектов). Необходимо отметить, что определяющую роль в таких системах управления играют ИТ, реализованные с использованием соответствующих аппаратно-программных средств и ЭВМ. При этом исторически интеграция данных технологий и средств с системами автоматического регулирования/управления (САР/САУ) проявлялась даже в том, что в первые годы существования ЭВМ их называли кибернетическими машинами [7]. В отличие от САР/САУ, где в качестве объектов управления рассматриваются относительно простые технические средства, для сложных объектов и комплексов, таких, например, как промышленное предприятие, ракетно-космический комплекс или атомная электростанция, при создании соответствующих систем управления невозможно исключить человеческий фактор. Указанные особенности обусловили создание АСУ, под которыми понимаются системы „человек—машина“, обеспечивающие эффективное функционирование объектов. В таких системах сбор и обработка информации, необходимой для реализации функций управления, осуществляется с применением средств автоматизации и вычислительной техники [4, 5, 7]. В зависимости от функций управления, типов объектов управления, используемых информационных технологий и средств принята следующая классификация АСУ сложными объектами (СО): АСУ технологическими процессами (АСУ ТП); АСУ производственными процессами (АСУ ПП); АСУ гибкими производственными системами (АСУ ГПС); системы автоматизации проектирования (САПР); автоматизированные системы, обеспечивающие проведение научных исследований (АСНИ); автоматизированные системы организационного управления (АСОУ); отраслевые АСУ (ОАСУ); АСУ объединением (АСУО); АСУ предприятием (АСУП); информационно-поисковые системы (ИПС); информационно-управляющие системы (ИУС); интегрированные АСУП (ИАСУП).

Проведенные исследования показали, что наиболее широкое распространение как в России, так и за рубежом перечисленные автоматизированные системы получили на предприятиях, производящих различные виды продукции [4, 5, 7—10, 15—19]. Как правило, в состав таких АСУ входят следующие: АСУ ТП (SCADA), АСУ ПП (MES), АСУП (ERP); при объединении перечисленных систем образуются ИАСУП (СІМ). (В скобках при перечислении отечественных автоматизированных систем приведены сокращенные названия аналогичных зарубежных систем.)

На рис. 1 в обобщенном виде представлены этапы эволюционного развития автоматизированных и информационных систем [8].

В современных условиях вследствие насыщения мирового рынка различными видами продукции, а также всеобщей доступности высоких технологий (в том числе, и в информационной сфере) на первый план конкурентной борьбы выдвигаются *такие факторы, как время и эффективность использования ИТ и ИС*. В этой конкурентной борьбе выигрывает тот, кто сможет в реальном масштабе времени обеспечить:

- успешную синхронизацию бизнес-процессов и производства (системы ERP, MES, АСУ ТП);
- быструю разработку и внедрение на рынке нового продукта (САПР, системы CAD/CAM/PDM);
- внедрение гибкой, эффективной и высокоавтоматизированной технологии управления логистическими процессами, позволяющей сократить циклы поставок и продаж (SCM);
- сокращение времени обработки заказов (CRM);

- контроль расходов ресурсов;
- оперативное управление и диспетчеризацию производства (автоматизированные системы оперативного диспетчерского управления — АСОДУ);
- сокращение времени возврата инвестиций (ROI systems);
- сокращение времени анализа и принятия решений (OLAP системы);
- эффективное управление производственной кооперацией (e-manufacturing, co-manufacturing, m-business) [1—10, 16—19].



Рис. 1

На рис. 2 в обобщенном виде представлены [3] перспективные информационно-коммуникационные технологии, которые оказывают и в ближайшей обозримой перспективе будут оказывать влияние на различные сферы жизнедеятельности, в том числе, и на интегрированные АСУ сложными организационно-техническими комплексами (ИАСУ СОТК).

Для иллюстрации того, какое влияние оказывают указанные технологии на эффективность функционирования СОТК, приведем два конкретных примера.

**Пример 1.** Здесь речь пойдет о космических информационных технологиях, обеспечивающих сбор, хранение, передачу (прием), представление, обработку и анализ данных на различных этапах жизненного цикла космических средств (КС).

В современных АСУ КС данные технологии позволили [15, 20—23]:

- увеличить доступность КС и непрерывность управления ими на основе создания сетевых структур информационного обмена с космическими аппаратами (КА) различных классов;
- внедрить методы ситуационной пакетной телеметрии, позволяющие формировать гибкие программы телеизмерений непосредственно на борту КА;
- существенно сократить объем измерений текущих навигационных параметров, проводимых средствами наземного комплекса управления, на основе всестороннего использования навигационного и частотно-временного поля, создаваемого как отечественной навигационной космической системой „ГЛОНАСС“, так и зарубежными системами;

— обеспечить создание новых поколений КС (модернизировать существующие КС) в целях повышения уровня их стандартизации и многофункциональности, что гарантирует необходимые условия для адаптации и самоорганизации процессов автоматизированного (автоматического) управления КС при динамично изменяющейся обстановке;

— обеспечить децентрализацию (пространственно-временную распределенность) процессов сбора, обработки и представления данных, принятия решений, хранения и доступа к информации на основе создания интегрированных распределенных баз данных и знаний при необходимом уровне информационной безопасности.



Рис. 2

В современных условиях космические ИТ оказывают существенное влияние на все сферы человеческой деятельности — от вопросов управления применением современных видов вооружения до оказания телемедицинской помощи населению. При этом принято оценивать эффективность космических ИТ как по собственным (внутренним) показателям, так и по несобственным (внешним) [5, 7, 10, 20, 22—24].

В целом, применительно к различным системам автоматического и автоматизированного управления при использовании интегрированной информации, получаемой от КС навигации, связи и мониторинга, снижается потребность в дополнительных ресурсах, повышается оперативность, глобальность, точность и надежность привязки потребителей к местности, повышается устойчивость телекоммуникационных систем и эффективность процессов управления [20].

Говоря о собственных показателях эффективности космических ИТ, обратимся к результатам совместных исследований, выполненных СПИИРАН и ЗАО „СКБ ОРИОН“ (Санкт-Петербург) в 2003—2008 гг. [15]. В ходе проведенных комплексных исследований были разработаны и реализованы методологические и методические основы решения задач структурно-функционального синтеза интеллектуальных информационных технологий и

систем мониторинга многоструктурных макросостояний сложных технических объектов, базирующиеся на полимодельном многокритериальном описании, полученном в рамках теории недоопределенных вычислений и управления структурной динамикой [15, 22, 23]. Предварительный анализ показал, что внедрение разработанной интеллектуальной информационной технологии мониторинга состояния (МС) космических средств позволяет получить для систем информационного обеспечения АСУ КС следующий эффект [15]:

- сократить затраты временных ресурсов на проведение мониторинга, обеспечив получение результатов в реальном масштабе времени поступления информации с достаточным уровнем их достоверности;

- повысить гибкость, надежность и информационную емкость используемых при мониторинге состояния программных средств;

- формализовать с помощью языка представления знаний и соответствующей системы подготовки исходных данных и знаний до 90—95 % данных о проведении мониторинга;

- сократить, по крайней мере в два раза, время подготовки исходных данных и знаний для мониторинга состояния КС, вводимых в эксплуатацию;

- сократить в два раза и более время проектирования исполнительской информационной системы МС в реальном масштабе для существующих КС;

- сократить в 10—15 раз длительность цикла разработки и внедрения информационной системы МС;

- обеспечить экономию средств, затрачиваемых на разработку специального программного обеспечения АСУ КС, в состав которой входит система МС;

- исключить до 60—80 % ошибок, возникающих при разработке программ МС, за счет использования средств верификации программного обеспечения;

- сократить общее число искаженных значений измеряемых параметров на 20 %.

**Пример 2.** Другим примером, иллюстрирующим влияние информационных технологий и информатизации на системы управления, является мегаполис и органы его исполнительной власти [1, 10, 25, 26]. Как показали исследования, в условиях модернизации системы государственного управления и одновременного усиления влияния мирового экономического кризиса на социально-экономическую обстановку в стране необходима системная поддержка принятия решений на всех уровнях государственного управления, организация проектного управления по основным направлениям социально-экономического развития страны.

Приоритетными направлениями государственной политики на ближайшие годы в сфере развития информационной и телекоммуникационной инфраструктуры Санкт-Петербурга и рынка услуг связи являются [25, 26]: обеспечение прозрачности работы органов власти и доступа широких слоев населения к телекоммуникационной инфраструктуре и информационным ресурсам (включая доступ к службам спасения и справочным службам); опережающее развитие инфраструктуры связи по отношению к темпам развития экономики в целом; повышение инвестиционной привлекательности отрасли связи и информатизации; создание условий для ускоренного развития новых технологий; обеспечение информационной безопасности; создание условий для развития бизнеса при наличии добросовестной конкуренции; поддержка отечественного производителя оборудования связи, вычислительной техники и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

На практике в государственном управлении информация о происходящих процессах с нижних уровней системы управления поступает в форме статистической и административной отчетности. При возникновении потребности в оценке текущего состояния в какой-либо области социально-экономических отношений необходимо оформить письменный или устный запрос в соответствующий орган государственной власти. Оценки, полученные на основе таких отчетов, всегда отстают от действительности, а система контроля, построенная таким образом, носит эпизодический и дискретный характер [26].

При этом существующие информационные системы обеспечивают сбор, накопление, функциональную обработку и выдачу информации для поддержки принятия решений и контроля за ходом ведомственных административно-управленческих процессов. Государственные информационные ресурсы (ГИР) оказались фактически разделены по сферам деятельности органов государственной власти. В связи с этим одной из важнейших задач оптимизации информационных потоков становится интеграция в рамках развиваемой в настоящее время государственной автоматизированной системы (ГАС) „Управление“ совокупности разрозненных ГИР федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

В рамках создания ГАС „Управление“ используется единая инфраструктура обеспечения юридически значимого информационного взаимодействия. Интеграция ведомственных автоматизированных информационных систем позволяет обеспечить оперативный сбор актуальных ведомственных и территориальных данных. Региональный уровень ГАС „Управление“ в Санкт-Петербурге реализуется на базе функционирующей интегрированной системы информационно-аналитического обеспечения деятельности исполнительных органов государственной власти (ИОГВ) На рис. 3 в обобщенном виде представлены сведения о значениях показателей эффективности внедрения и использования современных ИТ органами исполнительной власти [26].



Рис. 3

**Обсуждение результатов.** По результатам ранее выполненных исследований в рассматриваемой предметной области можно констатировать [10, 15, 20, 23, 24], что задачи оценивания и анализа эффективности внедрения и использования ИТ и ИС имеют комплексный характер и требуют для своего решения использования междисциплинарного подхода к описанию рассматриваемых объектов, технологий и процессов. Такой подход должен базироваться на интегративном использовании фундаментальных и прикладных научных и практических результатов, полученных к настоящему времени в современной информатике, кибернетике и общей теории систем. При этом центральными проблемами при постановке и

решении названных задач применительно к различным классам и видам ИАСУ СОТК, как и в целом для задач оптимизации их характеристик и структур, являются проблемы полимодельного (многомодельного) описания соответствующих объектов и комплексов, а также проблемы многокритериального структурно-функционального синтеза характеристик как самих ИТ и ИС, так и бизнес-процессов и систем, которые они поддерживают. При этом среди возможных постановок задач полимодельного многокритериального исследования эффективности ИТ и ИС можно выделить три, которые являются в настоящее время наиболее перспективными [22, 24].

*Задача I.* Постановка и решение задачи однокритериальной оптимизации показателя эффективности (ПЭ) ИТ и ИС на аналитической модели большой размерности как задачи синтеза указанных технологий и систем. При этом синтез осуществляется путем формальной декомпозиции и проведения оптимизации всех ПЭ с использованием того или иного правила согласования, обеспечивающего сходимость процесса оптимизации к решению исходной задачи. В работах [10, 15, 21—23] описаны методы и алгоритмы решения указанного класса задач.

*Задача II.* Постановка задачи однокритериальной оптимизации ПЭ на имитационной модели ИТ и ИС большой размерности как задачи выбора. Выбор осуществляется путем неформальной декомпозиции задачи, построения совокупности аналитических моделей, отражающих различные стороны функционирования системы и имеющих приемлемую размерность, согласования аналитических моделей по принципу Парето и проведения имитационных экспериментов с паретовскими альтернативами в целях поиска точки, доставляющей экстремум исходному показателю эффективности системы.

Таким образом, в основу данной постановки задачи положена гипотеза о том, что экстремум по исходному (глобальному несобственному) показателю эффективности достигается в одной из точек множества Парето, определяемых при оптимизации по собственным ПЭ, выявленным в результате неформальной декомпозиции. В частности, данная гипотеза выполняется во всех случаях, когда имеет место такая монотонная зависимость, при которой значения несобственного ПЭ не убывают, если не убывают значения собственных ПЭ. Свойство монотонности при задании всех функций в аналитическом виде может быть установлено в результате соответствующего аналитического исследования. Однако на практике несобственный ПЭ не всегда может быть представлен через собственные ПЭ в аналитическом виде и его значения могут быть определены лишь посредством имитационных экспериментов. В этих случаях монотонность может быть установлена на основе определенных „физических свойств“ моделируемой системы [15, 24].

*Задача III.* Постановка задачи многокритериальной оптимизации ПЭ на комплексе моделей как задачи выбора с многими отношениями предпочтения. Выбор осуществляется путем задания множества Парето с помощью основополагающей многокритериальной модели, сужения этого множества на основе интерактивного анализа его свойств и введения соответствующей информации в ходе процедуры, выполняемой совместно, с использованием компьютера, лицом, принимающим решения, и лицом, обосновывающим решения. Кроме того, должны быть привлечены дополнительные математические модели, обеспечивающие последующее уточнение и сужение множества Парето вплоть до принятия единственного решения. Паретовский принцип согласования создает наиболее благоприятные возможности для принятия всесторонне обоснованных решений, основывающихся на анализе изменения различных показателей эффективности внутри этого множества. При этом важное значение имеет правильная разработка стратегии сужения множества Парето с привлечением компетентных специалистов и математических моделей: аналитических и имитационных.

К настоящему времени разработан комбинированный подход (принципы, модели, методы, алгоритмы и методики) к постановке и решению задач многокритериального оценивания,

анализа и выбора эффективных информационных технологий и систем. Этот подход, базирующийся на разрабатываемой авторами теории управления структурной динамикой сложных организационно-технических комплексов, был апробирован на практике при создании интеллектуальных информационных технологий и систем для критических приложений (космонавтика, атомная энергетика) [15].

Такой подход используется, в частности, при создании информационных систем рационального планирования космической съемки с учетом потребностей различных министерств и ведомств. Задача оптимизации распределения информационного ресурса в этом случае сводится к задаче многокритериальной оптимизации. При этом в зависимости от технических характеристик специальной бортовой аппаратуры КА (работающей в инфракрасном, рентгеновском, видеодиапазонах и т.п.) данная задача приобретает свои особенности. Так, например, для КА, обеспечивающих мониторинг поверхности Земли и имеющих бортовую аппаратуру с низкой и средней разрешающей способностью, показатели эффективности их функционирования зависят от одной переменной — времени. А для КА, имеющих высокую степень разрешающей способности бортовой аппаратуры, эти показатели зависят не только от времени, но и от географических координат объектов, участвующих в космическом мониторинге. Поэтому при планировании работы указанной бортовой аппаратуры приходится учитывать, с одной стороны, большое количество пространственно-временных технических и технологических ограничений, а с другой — субъективную информацию, связанную с предпочтениями заказчиков космической съемки и органов, обеспечивающих функционирование космических аппаратов.

Разработанный авторами комбинированный подход позволил при решении задач космического мониторинга учесть также многочисленные факторы неопределенности, имеющие как объективную, так и субъективную природу. Для этого был привлечен математический аппарат современной теории нечетких множеств, иммуно- и нейрокомпьютинга [15, 20]. Кроме того, учет динамики обстановки, складывающейся при проведении космического мониторинга, конструктивно осуществлялся на основе широкого использования методов параметрической и структурной адаптации созданного модельно-алгоритмического обеспечения процессов оперативного планирования работы как бортовых, так и наземных космических средств [20—23].

**Заключение.** В целом, подводя итог сказанному, следует, в первую очередь, отметить, что одна из основных тенденций развития информационных технологий и систем в XXI в., по мнению авторов, будет связана с решением проблемы всесторонней интеграции данных технологий и систем с существующими и будущими производственными и социально-экономическими структурами и соответствующими системами управления. Для успешного решения этой междисциплинарной проблемы, в свою очередь, необходимо решить целый ряд научно-методологических и прикладных проблем.

Одной из таких наиболее актуальных и интересных научно-методологических проблем, связанных с оценением влияния ИТ и ИС на соответствующие системы управления, является проблема обоснования состава, структуры, количественных и качественных характеристик информации, необходимой для эффективного управления как самими бизнес-приложениями, так и информационными системами, обеспечивающими успешную реализацию бизнес-процессов.

В этой связи в числе первоочередных задач, требующих решения, можно назвать следующие [2]:

— формирование и обоснование системы показателей меры информации, необходимой для эффективного функционирования с адаптивными ИАСУ (для различных классов потребителей и приложений);



- разработка и обоснование методов и алгоритмов определения значений показателей меры информации;
- разработка и обоснование структуры системы регулярного „измерения“ информации;
- разработка и обоснование методов анализа и синтеза адаптивных технологий организации и реализации процессов генерирования, регистрации, сбора, передачи, накопления, хранения, поиска, обработки и выдачи информации конечным пользователям с учетом объективных потребностей в информации и объективных предпосылок реализации перечисленных процессов;
- разработка и обоснование моделей, методов и алгоритмов адаптивного управления качеством информации.

Междисциплинарные исследования по рассматриваемой тематике проводились при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 09-07-00066, 10-07-00311, 08-08-00403, 09-07-11004, 10-08-90027-Бел\_а) и Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (проект № О-2.3/03).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вершинская О. А.* Информационно-коммуникационные технологии и общество. М.: Наука, 2007. С. 203.
2. *Герасименко В. А.* Информатика и интеграция в технике, науке и познании // Зарубежная радиоэлектроника. 1993. № 5. С. 22—42.
3. *Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С.* Тенденции развития современных информационных технологий с учетом концепции сетевых войн // Системы и средства информатики. 2007. Вып. 17. С. 47—64.
4. *Леньшиков В. Н., Куминов В. В.* Производственные исполнительные системы (MES) — путь к эффективному предприятию // Мир компьютерной автоматизации. 2002. №1—2. С. 53—59.
5. *Мертенс П.* Интегрированная обработка информации. Операционные системы в промышленности: Учебник / Пер. с нем. М.: Финансы и статистика, 2007. 424 с.
6. *Перминов С. Б.* Информационные технологии как фактор экономического роста. М.: Наука, 2007. С. 195.
7. Теоретические основы автоматизированного управления: Учеб. для вузов / *Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовский.* М.: Высш. школа, 2006. 463 с.
8. *Черняк Л.* Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы. 2004. № 9. С. 30—35.
9. *Черняк Л.* От адаптивной инфраструктуры к адаптивному предприятию // Там же. 2003. № 10. С. 32—39.
10. *Юсупов Р. М., Заболотский В. П.* Концептуальные и научно-методологические основы информатизации. СПб: Наука, 2009. 542 с.
11. *Бир С.* Кибернетика и управление производством. М.: Фитзматлит, 1963. С. 22.
12. *Strassmann P. A.* The business value of computers // New Canaan: Information Economic Press. 2009.
13. Электронный ресурс: <[www.strassmann.com/pubs/cik/cik-value.shtml](http://www.strassmann.com/pubs/cik/cik-value.shtml)>.
14. Электронный ресурс: <<http://multilink.ru/news/2/22076/print.html>>.
15. *Охтилев М. Ю., Соколов Б. В., Юсупов Р. М.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с.
16. *Wong H., Sycara K.* A taxonomy of middle agents for the Internet // Proc. of the 4th Intern. Conf. Multiagent Systems. IEEE CS Press. 2000.
17. HP Utility Data Center. Technical White paper, 2001. Oct.
18. HP Virtualization. Computing without Boundaries or Constraints. Enabling an Adaptive Enterprise. 2003.
19. IBM. Autonomic Computing: IBM's Perspective on the State of Information Technology. 2004.
20. Военно-космическая деятельность России — истоки, состояние, перспективы // Тр. науч.-практ. конф. СПб: Изд-во „Левша. Санкт-Петербург“, 2005. 122 с.

21. Калинин В. Н., Соколов Б. В. Многомодельное описание процессов управления космическими средствами // Теория и системы управления. 1995. № 1. С. 149—156.
22. Соколов Б. В. Комплексное планирование операций и управление структурами в АСУ активными подвижными объектами. М.: МО РФ, 1992. 232 с.
23. Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Комплексное моделирование функционирования автоматизированной системы управления навигационными космическими аппаратами // Проблемы управления и информатики. 2002. № 5. С. 24—41.
24. Резников Б. А. Системный анализ и методы системотехники. М.: МО СССР, 1990. 522 с.
25. Электронный ресурс: <<http://gov.spb.ru/>>.
26. Электронный ресурс: <[http://www.gov.spb.ru/gov/admin/otrasl/c\\_information](http://www.gov.spb.ru/gov/admin/otrasl/c_information)>.

**Сведения об авторах**

- Олег Владимирович Майданович** — канд. техн. наук, доцент; Космодром „Плесецк“, г. Мирный; начальник космодрома; E-mail: sid.sn@yandex.ru
- Михаил Юрьевич Охтилев** — д-р техн. наук, профессор; ЗАО „СКБ ОРИОН“, Санкт-Петербург; зам. генерального конструктора; E-mail: oxt@mail.ru
- Наталья Николаевна Куссуль** — д-р техн. наук, профессор; Институт космических исследований НАН Украины, Киев; зам. директора
- Борис Владимирович Соколов** — д-р техн. наук, профессор; СПИИРАН; зам. директора по научным вопросам; E-mail: sokol@iiias.spb.su
- Евгений Геннадьевич Цивирко** — канд. техн. наук; Правительство Санкт-Петербурга, Председатель Комитета по информатизации и связи; E-mail: kis@gov.spb.ru
- Рафаэль Мидхатович Юсупов** — чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, профессор; СПИИРАН; директор; E-mail: yusupov@iiias.spb.su

Рекомендована СПИИРАН

Поступила в редакцию  
09.07.10 г.