прикладная
ИНФОРМАТИК@
научно-практический журнал
№ 6 (48) 2013
ISSN 1993-8314
СИНЕРГИЯ ПРИНТ

прикладная

ИНФОРМАТИК@

научно-практический журнал

№ 6 (48) 2013

Ноябрь-декабрь

ISSN 1993-8314

Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

С 19 февраля 2010 года журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований.

Уважаемые коллеги!

Уходящий год отмечен высокой активностью в научном сообществе России и значительным количеством завершенных научных исследований, результаты которых были оформлены в виде кандидатских и докторских диссертаций и защищены в диссертационных советах, с которыми наш журнал поддерживает тесные связи. Следует отметить, что семь участников нашего редакционного совета, включая двух сопредседателей и главного редактора, в 2013 году являлись председателями диссертационных советов. В областях информатики и математических методов в управлении, значимых для журнала, особо важен один из советов при Российском химико-технологическом университете им. Д. И. Менделеева, о чем свидетельствует репортаж, опубликованный в этом номере.

Традиционно наш журнал участвовал в организации международных и всероссийских конференций: двух в Москве, двух в Санкт-Петербурге и одной в Казани. Пресс-релиз о последней — Шестой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование», состоявшейся в Академии наук Республики Татарстан, — также помещен в данном выпуске.

В декабре в Московском государственном университете экономики, статистики и информатики (МЭСИ) прошла конференция в память о выдающемся ректоре Викторе Владимировиче Шуракове, благодаря усилиям которого МЭСИ стал одним из ведущих вузов страны в области прикладной информатики, а военная кафедра начала готовить офицеров по уникальной военно-учетной специальности военных программистов. Памятная полоса, посвященная 80-летию со дня рождения В. В. Шуракова, включена в номер в рубрике «История специальности».

В этом году редакционный совет журнала претерпел существенные изменения: у нас работают профессора из Венгрии, Англии, Германии, Италии, Испании и Польши. К февралю 2014 года состав редсовета будет дополнительно скорректирован, поскольку сотрудничество журнала с зарубежными университетами продолжает расширяться.

В ближайшее время в 2014 году деятельность журналов из Перечня рекомендованных изданий ВАК будет приводиться в соответствие с новыми требованиями Минобрнауки РФ. Это отразится и на правилах подготовки авторами рукописей. Обо всех изменениях мы будем оперативно сообщать как на сайте, так и на последних страницах ближайших номеров журнала.

С новым 2014 годом!

Главный редактор
А. А. Емельянов

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Емельянов А. А., докт. экон. н., проф., Национальный исследовательский университет «МЭИ»; Национальное общество имитационного моделирования, Санкт-Петербург

Сопредседатели редакционного совета

Рубин Ю. Б., докт. экон. н., проф., чл.-корр. РАО, Ректор МФПУ «Синергия», зав. кафедрой Теории и практики конкуренции

Мешалкин В. П., докт. техн. н., проф., чл.-корр. РАН, Директор Института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, РХТУ им. Д. И. Менделеева

Члены редакционного совета

Амбросов Н. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информатики и кибернетики, БГУЭФ (Иркутск)

Багриновский К. А., докт. экон. н., проф., зав. лабораторией Имитационного моделирования, ЦЭМИ РАН

Бендиков М. А., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой ИУиМ МФПУ «Синергия», вед. научн. сотр. ЦЭМИ РАН

Брекис Эд., Dr. Oec., доцент, зав. кафедрой Эконометрики и бизнес-информатики, Факультет Экономики и Управления, Латвийский Университет, Рига, Латвия

Бугорский В. Н., канд. экон. н., проф., кафедра ВТиП, СПбГЭУ

Волкова В. Н., докт. экон. н., проф., кафедра Инфор-мационных систем в экономике и менеджменте, СПбГПУ

Дик В. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой ИМиЭК МФПУ «Синергия»

Диго С. М., канд. экон. н., проф., отв. за работу с авторизованными учебными центрами и образовательными учреждениями, Компания «1С», Москва

Дли М. И., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой МИТЭ, Зам. директора Филиала НИУ «МЭИ» в Смоленске

Дови'В., Dr of Physics, Полный профессор теории развития процессов, Университет Генуи, Италия

Клемеш Йржи, Dr, проф., Факультет IT Исследовательского института химии и инженерии процессов, Паннония Университет, Вéспрем, Венгрия

Козлов В. Н., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Системного анализа и управления, СПбГПУ

Коршунов С. В., канд. техн. н., проф., проректор МГТУ им. Н. Э. Баумана

Милош М., PhD, проф., Зам. директора Института компьютерных наук, Люблинский Технологический Университет, Люблин, Польша

Мэйпл К., Dr, Профессор компьютерных вычислений, Бэдфордширский Университет, Зам. вице-канцлера по исследованиям предприятий, Лутон — Бэдфоршир, Великобритания

Павловский Ю. Н., докт. физ.-мат. н., проф., чл.-корр. РАН, зав. отделом Имитационных систем, ВЦ им. А. А. Дородницына РАН

Потёмкин А. И., докт. техн. н., зав. кафедрой Корпоративного управления и электронного бизнеса, РГУТиС, Московская обл. (п. Черкизово)

Праузелло Фр., PhD, Полный профессор международной экономики, Директор Департамента Экономики и Финансов, Университет Генуи, Италия

Пузанков Д. В., докт. техн. н., проф., зав. кафедрой Вычислительной техники, СПбГЭУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова

Пуйджанер Л., Dr, проф., Директор Центра процессов и технологий воздействия на окружающую среду, Политехнический Университет Каталонии, Барселона, Испания

Росс Г. В., докт. экон. н., докт. техн. н., проф., Зам. директора ВНИИ ПВТИ

Салмин С. П., докт. экон. н., проф., кафедра ИСиИМ НКИ, ННГУ им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород)

Сухомлин В. А., докт. техн. н., проф., зав. лабораторией Открытых информационных технологий, факультет ВМК, МГУ им. М. В. Ломоносова

Халин В. Г., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных систем в экономике, Экономический факультет СПбГУ

Хубаев Г. Н., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Экономической информатики и автоматизации управления РГЭУ (РИНХ, Ростов-на-Дону)

Чистов Д. В., докт. экон. н., проф., зав. кафедрой Информационных технологий, Финансовый университет при Правительстве РФ

Шориков А. Ф., докт. физ.-мат. н., проф., главн. научн. сотр. Центра экономической безопасности Института экономики Уральского отделения РАН (Екатеринбург)

Штельцер Д., Dr, проф., Департамент информации и управления знаниями, Факультет Экономики, Технологический Университет Ильменау, Тюрингия, Германия

Заместители главного редактора

Власова Е. А., научная редакция МФПУ «Синергия»;

Прокимнов Н. Н., канд. техн. н., доцент, кафедра Информационных систем, МФПУ «Синергия»

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief

A. Emelyanov, Dr of Economics, Professor, National Research University MPEI; Executive board member of NC «Na-tional Society for Simulation Modelling», St. Petersburg

Co-Chairs of the Editorial Board

Yu. Rubin, Dr of Economics, Professor, Corresponding Member of the Russian Education Academy, Head of the Theory and Practice of Competition Chair, Rector of the Moscow University of Finance and Industry (MUFI) «Sinergy»

V. Meshalkin, Dr of Technique, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences (RAS), Director of the Institute of Logistics and Resource Technology Innovation, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, Moscow

Members of the Editorial Board

N. Ambrosov, Dr of Economics, Professor, Head of the Informatics and Cybernetics Chair, Baikal State University of Economics and Law (Irkutsk)

K. Bagrinovsky, Dr of Economics, Professor, Head of The simulation and economic objects interaction Laboratory, CEMI RAS

M. Bendikov, Dr of Economics, Professor, Head of The Innovation Management and Modeling Chair, MUFI «Sinergy»; Leading researcher of the CEMI RAS

Edgars Brēķis, Dr. oec., Asoc. professor, Head of the Econometrics and Business Informatics Department, Faculty of Economics and Management, University of Latvia

V. Bugorsky, PhD in Economics, Professor, The Computers and Programming Chair, St. Petersburg State Economic University

D. Chistov, Dr of Economics, Professor, Head of The IT Chair, Finance University under the Government of Russia

V. Dick, Dr of Economics, Professor, Head of The Information Management and Electronic Commerce Chair, MUFI «Sinergy»

S. Digo, PhD in Economics, Professor, Account Manager, Authorized Training Centers and Educational Institutions, «1C» Company, Moscow

M. Dli, Dr of Technique, Professor, Head of The MITE Chair, Deputy Director of the National Research University MPEI Branch in Smolensk

Vincenzo Dovi', Dr of Physics, Full Professor of Process's Development Theory, University of Genoa, Italy

V. Hulin, Dr of Economics, Professor, Head of The Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University

G. Khubayev, Dr of Economics, Professor, Head of the EI&AC Chair, Rostov State Economic University (Rostov-on-Don)

Jiří Klemeš, Dr, Professor, Faculty of IT in Research Institute of Chemical and Process Engineering, University of Pannonia, Veszprem, Hungary

S. Korshunov, PhD in Technique, Professor, Bauman Moscow State Technical University, Vice-rector

V. Kozlov, Dr of Technique, Professor, Head of the SA&C Chair, St. Petersburg State Polytechnical University

Carsten Maple, Dr, Professor of Computing, Pro Vice Chancellor for Research & Enterprise, University of Bedfordshire, United Kingdom

Marek Miłosz, PhD, Professor, Lublin University of Technology, The Institute of Computer Science, Vice-director, Lublin, Poland

Yu. Pavlovsky, Dr of Physics & Mathematics, Professor, Corresponding Member of RAS, Head of The Simulation Department, Dorodnitsyn Computing Centre of RAS

A. Potyomkin, Dr of Technique, Professor, Head of The CG&E-Business Chair, Russian State University of Tour-ism and Service, Moscow region (Cherkizovo town)

Franco Praussello, PhD, Full professor of International Economics, Director of The Economic and Financial Sciences Department, University of Genoa, Italy

Luis Puigjaner, Dr, Profeccor, Universitat Politècnica de Catalunya, The Centre for Process & Environmental Engineering, Director, Barcelona, Spain

Dm. Puzankov, Dr of Technique, Professor, Head of The Computer Engineering Chair, St. Petersburg Electrotechical University «LETI»

G. Ross, Dr of Economics, Doctor of Technique, Professor, Deputy Director of The All-Russian Institute for Computer Facilities and Informatization

S. Salmin, Dr of Economics, Professor, The IS&IM Chair NNCI, Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod

A. Shorikov, Dr of Physics & Mathematics, Professor, Senior Researcher, Economic Security Center, Institute of Economy RAS (Ekaterinburg)

V. Sukhomlin, Dr of Technique, Professor, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University

Dirk Stelzer, Dr, Professor, The Faculty of Economics, Department of Information and Knowledge Management, Ilmenau University of Technology (TU Ilmenau), Germany

V. Volkova, Dr of Economics, Professor, The Information Systems in Economics and Management Chair, St. Petersburg State Polytechnical University

Deputy Chief Editors

E. Vlasova, Scientific Edition Department, MUFI «Sinergy»

N. Prokimnov, PhD, Associate Professor, the Information Systems Chair, MUFI «Sinergy»

IT-менеджмент

Управление эффективностью

В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров
Информатизация управления группировкой космических аппаратов 6

В. В. Жильцов, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко
Информационные технологии в проектировании «интеллектуальной» скважины 15

Инструментальные средства

Эффективные алгоритмы

Е. Р. Мошев
Модели и алгоритмы интегрированной логистической поддержки проектируемых технологических трубопроводов 24

А. П. Димитриев
Модели и алгоритмы в системах автоматизированного перевода текста 45

Сетевые технологии

Ю. Н. Лавренков, Л. Г. Комарцова
Нейронечеткий адаптивный маршрутизатор потоков цифровой информации 59

М. Н. Затуранов
Построение сетевых информационных систем на основе принципа виртуализации 80

Технологии разработки программного обеспечения

Д. А. Борисоглебский
Влияние модификации метода семантического описания контуров на характеристики подсистемы робототехнического комплекса 88

Simulation

Теория и практика

Пресс-релиз
Шестая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2013 95

IT и образование

Образовательное пространство

Репортаж
Из зала заседаний диссертационного совета в Российском химико-технологическом университете им. Д. И. Менделеева 97

Лаборатория

Математические методы

А. Н. Фирсов
Использование байесовских сетей для оценки надежности асинхронных распределенных систем, устойчивых к произвольным отказам 102

Системы поддержки принятия решений

В. А. Шакиров, П. С. Панкратьев
Поддержка принятия решений на стадии предпроектных исследований на основе двухуровневого многокритериального анализа . . .111

В преподавательский портфель

Экономико-математические модели

Р. И. Насыров, И. И. Насыров, С. Н. Тимергалиев, Г. В. Ломаев
Оптимизация оценки и прогнозирования надежности накопителей информации в системах управления предприятиями 122

И. В. Косорукова, Н. Н. Прокимнов
Прибыль и денежный поток в стоимостно-ориентированном анализе и финансовом менеджменте 132

История специальности

Автоматизированные системы управления

Памяти ученого
К 80-летию со дня рождения В. В. Шуракова 138

Список публикаций за 2013 год. 139

Правила оформления рукописей. 142

IT management

Performance management

V. Artuschenko, B. Kucherov
Informatization of control for spacecraft constellation 6

V. Zhiltsov, A. Fedotov, V. Khomchenko
Using information technologies in design of intelligent well 15

Tools

Algorithmic efficiency

E. Moshev
Models and algorithms of integrated logistics support of projected technological pipelines 24

A. Dimitriev
Model and algorithms for automated text translation. 45

Network technologies

Yu. Lavrenkov, L. Komartsova
Adaptive digital data flows router based on fuzzy neural network approach 59

M. Zaturanov
Building information networks based on the principle of virtualization 80

Software development technologies

D. Borisoglebsky
The influence of contours semantic description method's modification on robotic complex subsystem's characteristics 88

Simulation

Theory and practice

Press-release
VI All-Russian scientific and practical conference IMMOD 2013 95

IT and education

Educational environment

Reportage
From the boardroom of Dissertation Council at D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia 97

Laboratory

Mathematical methods

A. Firsov
Estimation of byzantine fault probability in asynchronous fault-tolerant distributed systems using Bayesian networks 102

Decision support systems

V. Shakirov, P. Pankratiev
Decision making support at the pre-feasibility study stage based on two level multi-attribute analysis. 111

Teacher's portfolio

Mathematical models in economy

R. Nasyrov, I. Nasyrov, S. Timergaliev, G. Lomaev
Optimization of estimation and prognostication of data storage systems reliability in enterprises management systems. 122

I. Kosorukova, N. Prokimnov
Using profit and cash flow factors in value based analysis and financial management 132

History of specialty

Automated control systems

In Memoriam
On the 80th anniversary of V. V. Shurakov 138

List of publications 2013 139

Guidelines for authors 142

В. М. Артюшенко, *докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой Финансово-технологической академии, г. Королев, artuschenko@mail.ru*

Б. А. Кучеров, *аспирант Финансово-технологической академии, г. Королев, boris.ku4erov@gmail.com*

Информатизация управления группировкой космических аппаратов

Рассматриваются вопросы эффективности управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений на основе разработанной автоматизированной информационной системы. Показана роль органа планирования в бесконфликтном использовании коллективных средств управления космическими аппаратами в условиях наращивания группировки и возрастания нагрузки. Проведен анализ взаимодействия органа планирования с абонентами, построена схема взаимодействия. На основании проведенного анализа предметной области сформулированы требования к разработанной автоматизированной информационной системе распределения средств управления космическими аппаратами. Предложены варианты организации информационного обмена органа планирования с абонентами, дано их описание и сравнительный анализ. Приведено краткое описание специального программного обеспечения разработанной автоматизированной информационной системы, в которой возможность возникновения конфликтных ситуаций полностью исключается.

Ключевые слова: автоматизированная система, информационный обмен, база данных, *XML*, космический аппарат.

Введение

В настоящее время в соответствии с Федеральной космической программой России на 2006–2015 гг. проводится большой объем работ по укреплению и развитию космического потенциала Российской Федерации. Целью этих работ является расширение и повышение эффективности использования космического пространства в интересах решения экономических, социальных, научных и других задач. Наращивание орбитальной группировки в период 2009–2015 гг., с одной стороны, и использование малопунктной (2–4 наземных пункта) технологии управления космическими аппаратами (КА), с другой стороны, предъявляет новые требования к процессу управления группировкой КА [1, 2].

Наземный комплекс управления

Как известно, для оперативного управления полетом КА и контролем работы его бортовых систем используется наземный комплекс управления (НКУ), представляющий собой совокупность наземных радиотехнических и вычислительных средств с соответствующим методическим и математическим обеспечением. Структурная схема НКУ КА представлена на рис. 1 [2], где ЦУП — центры управления полетом КА, ССПД — система связи и передачи данных; КИП — командно-измерительные пункты.

Для осуществления управления космическим аппаратом ЦУП в зонах радиовидимости проводит сеансы связи с помощью системы связи и передачи данных. Перед каждым сеансом осуществляется подготовка к его проведению, во время которо-

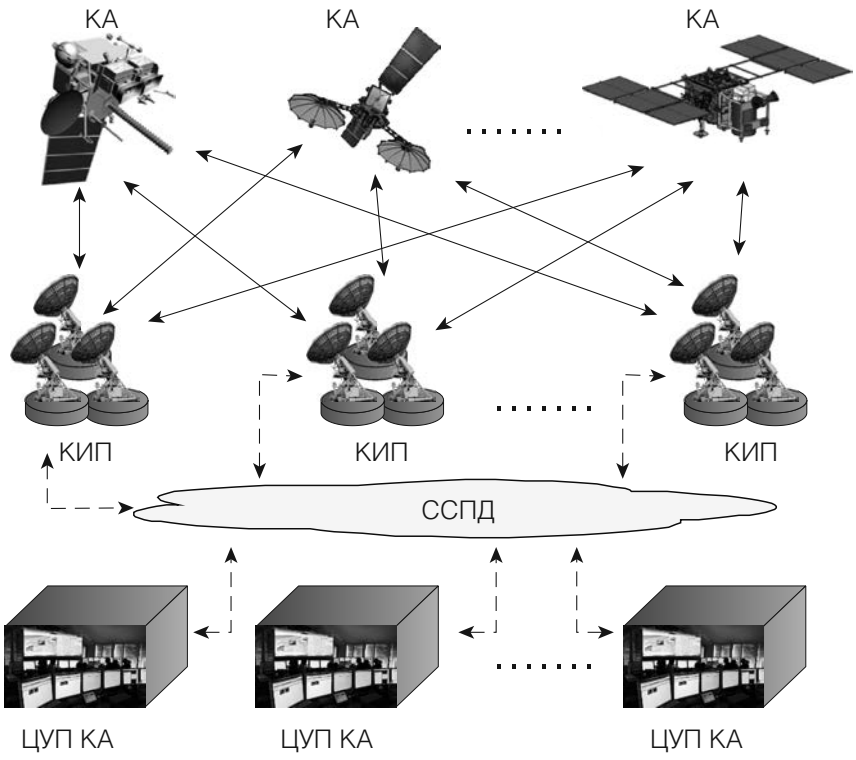


Рис. 1. Схема наземного комплекса управления космическими аппаратами

го устанавливается соединение между ЦУП КА и средством управления. Затем осуществляется передача на средство управления технологической и другой необходимой информации, после чего проводится расчет программы работы аппаратуры станции.

Во время проведения сеанса связи средством управления осуществляется передача командно-программной информации на КА, прием телеметрической информации с КА, измерение текущих навигационных параметров движения КА и т. д.

Процесс планирования загрузки средств управления

В условиях ресурсных ограничений возможно возникновение конфликтных ситуаций при планировании загрузки средств управления, когда возникает необходимость в одних и тех же средствах в одно и то же время для разных КА или выявляются противоречия между заявленными и доступными ресурсами. При увеличении числа КА, находящихся на орбите, возрастает нагрузка на средства НКУ, что приводит к увеличению количества конфликтных ситуаций [2].

Для обеспечения бесконфликтного использования средств управления необходимо централизованное планирование их загрузки, реализуемое единым органом — органом планирования. Процесс планирования загрузки средств управления КА заключается в распределении ресурсов этих средств, а именно, их временно́го ресурса, распределение которого осуществляется на основании заявок на использование средств управления, поступающих от ЦУП КА. Каждая заявка сопровождается требованиями со стороны ЦУП КА с указанием уровня важности проведения той или иной операции на объекте, т. е. приоритетности. По мере увеличения числа КА, находящихся на орбите, возрастает и число заявок.

Анализ процесса распределения средств управления космическими аппаратами по-

казал, что данный процесс не автоматизирован. Присутствуют лишь отдельные элементы автоматизации в виде возможности получения и передачи документов по электронной почте в неформализованном виде, не позволяющем проводить их автоматическую обработку. Отсутствие автоматизации существенно затрудняет работу органа планирования, так как специалистам приходится выполнять огромное количество рутинных операций вручную. Например, при выявлении конфликтных ситуаций специалисту необходимо свести все полученные заявки в единую таблицу или диаграмму, а затем в сводной таблице (диаграмме) визуально выявить конфликтные ситуации.

Во-первых, составление такой сводной таблицы (диаграммы) является достаточно трудоемкой задачей. Во-вторых, при визуальном просмотре существует вероятность пропустить конфликтную ситуацию. Процесс устранения конфликтных ситуаций в данных условиях является крайне трудоемким и длительным. Внесение оперативных изменений в план загрузки средств (ПЗС) также крайне затруднено. При этом оптимальности (рациональности) плана практически не уделяется внимание. Составление выписок и распоряжений на основе плана также занимает достаточно много времени. При составлении этих документов могут быть допущены технические ошибки, которые могут повлечь за собой достаточно серьезные последствия. При увеличении количества КА нагрузка на орган планирования будет возрастать. В связи с этим будет наблюдаться замедление процесса распределения средств управления КА, сопровождаемое снижением качества составляемых планов. Использование автоматизированной системы (АС) распределения средств управления КА позволит значительно повысить оперативность как составления и коррекции ПЗС, так и распределения средств управления в целом [3].

Функциональная модель органа планирования

Для построения функциональной модели органа планирования была выбрана методология функционального моделирования и графической нотации на основе стандарта IDEF0 (Integrated DEFinition). Для построения модели потоков данных в органе планирования при распределении средств управления КА была применена методология DFD (Data

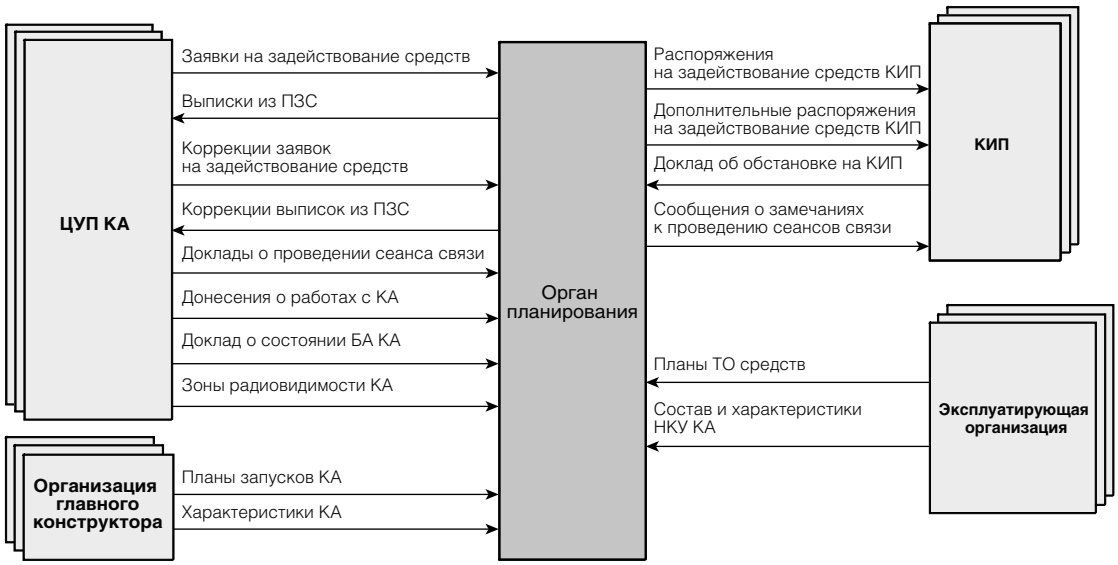


Рис. 2. Схема взаимодействия органа планирования с абонентами

Flow Diagrams). Схема взаимодействия органа планирования с абонентами представлена на рис. 2, где БА — бортовая аппаратура, ТО — техническое обслуживание.

По результатам анализа предметной области были сформулированы требования к АС распределения средств управления КА, основными из которых являются:

— просмотр, ввод и редактирование нормативно-справочной информации (сведения о КА, о средствах управления и т. д.);

— информационный обмен органа планирования с абонентами;

— формирование и коррекция ПЗС;

— статистическая обработка данных о работе средств управления КА;

— формирование отчетов о работе средств управления КА и сведений о текущем состоянии НКУ КА;

— наличие контекстной справочной системы, позволяющей пользователю в процессе работы получить необходимую помощь;

— защита от несанкционированного доступа при помощи системы прав пользователей и индивидуальных паролей;

— печать входных и выходных документов, а также их экспорт в *Microsoft Word*.

Исходя из данных, полученных на этапе анализа, был принят ряд проектных решений по разрабатываемой автоматизированной системе, касающихся информационного, технического и программного обеспечения.

Программное обеспечение автоматизированной системы

Так, в качестве системы управления базами данных (СУБД) была выбрана СУБД *Oracle* редакции *Standard Edition* с опцией *Real Application Cluster* (*RAC*), в качестве операционной системы серверов кластера — *Oracle Enterprise Linux*, в качестве операционной системы клиентских компьютеров — *Windows* 7. Создан кластер на основе технологии *Oracle RAC*, состоящий из двух узлов (двух серверов), хранилища данных и коммутатора, объединяющего сервера во внутреннюю сеть, что позволяет сделать АС отказоустойчивой.

Для решения поставленных задач было разработано специальное программное обеспечение АС на базе интегрированной среды *Embarcadero C++ Builder XE2* из состава *Embarcadero RAD Studio XE2*, с использованием *Devart Oracle Data Access Components* (*ODAC*), *Developer Express VCL*, *FastReport*. Для создания объектов базы данных (хранимых процедур, функций, представлений, триггеров и т. д.) использовался *Oracle SQL Developer*.

Программное обеспечение АС распределения средств управления КА построено по клиент-серверной двухуровневой архитектуре. Логика приложений распределена между клиентом и сервером. Максимально возможная часть бизнес-логики перенесена на сервер. Требования к серверу баз данных (БД) возрастают, однако резко понижаются требования к клиентским машинам за счет вынесения из них бизнес-логики и к пропускной способности сети (клиенту передаются только данные, необходимые пользователю). Подобная организация работы повышает скорость выполнения приложений за счет использования мощности сервера и разгружает сеть.

Клиентское программное обеспечение (ПО), разработанное в среде *Embarcadero C++ Builder XE2*, обращается к БД *Oracle*. Для обращения к БД используются компоненты *Devart Oracle Data Access Components* (*ODAC*). Обращение может осуществляться как в режиме клиента, как через ПО *Oracle Client*, так и в прямом режиме по протоколу *TCP/IP*. Использование прямого режима исключает необходимость установки на клиентский компьютер дополнительного программного обеспечения, обеспечивающего доступ к данным (такого как *Oracle Client*, *ODBC*-драйвер и т. п.). Выбор режима подключения определяется функциями, которые реализует клиентское ПО. Так, для клиентских программ, работающих с *xml*-документами, хранящимися в БД в полях специального типа *XMLType*, требуется подключение

в режиме клиента через ПО *Oracle Client*. Это связано с тем, что в прямом режиме невозможна работа с полями типа *XMLType*. При использовании механизма расширенной поддержки очередей *Oracle* (*Oracle Advanced Queuing*) также используется подключение в режиме клиента.

На структурной схеме, представленной на рис. 3, отражены программы и входящие в их состав модули, составляющие специальное программное обеспечение АС распределения средств управления КА. Логическая взаимосвязь программ показана пунктирными линиями, сплошными — взаимодействие между программами, осуществляемое через базу данных органа планирования.

Для решения задачи информационного обмена органа планирования с абонентами было предложено использовать три варианта обмена.

Первый вариант — обмен через программу-клиента, устанавливаемую на стороне абонента. Программа подключается к БД органа планирования по протоколу TCP. К достоинствам такого варианта можно отнести простоту и оперативность организации информационного обмена (достаточно установить специальное программное обеспечение на существующий или новый компьютер в ЦУП КА), а также отсутствие необходимости доработки специального ПО ЦУП КА для реализации информационного обмена с органом планирования. Недостатком такого варианта является отсутствие интеграции информационного обмена в работу специального ПО ЦУП КА, что приводит к дополнительной нагрузке на оператора ЦУП КА,

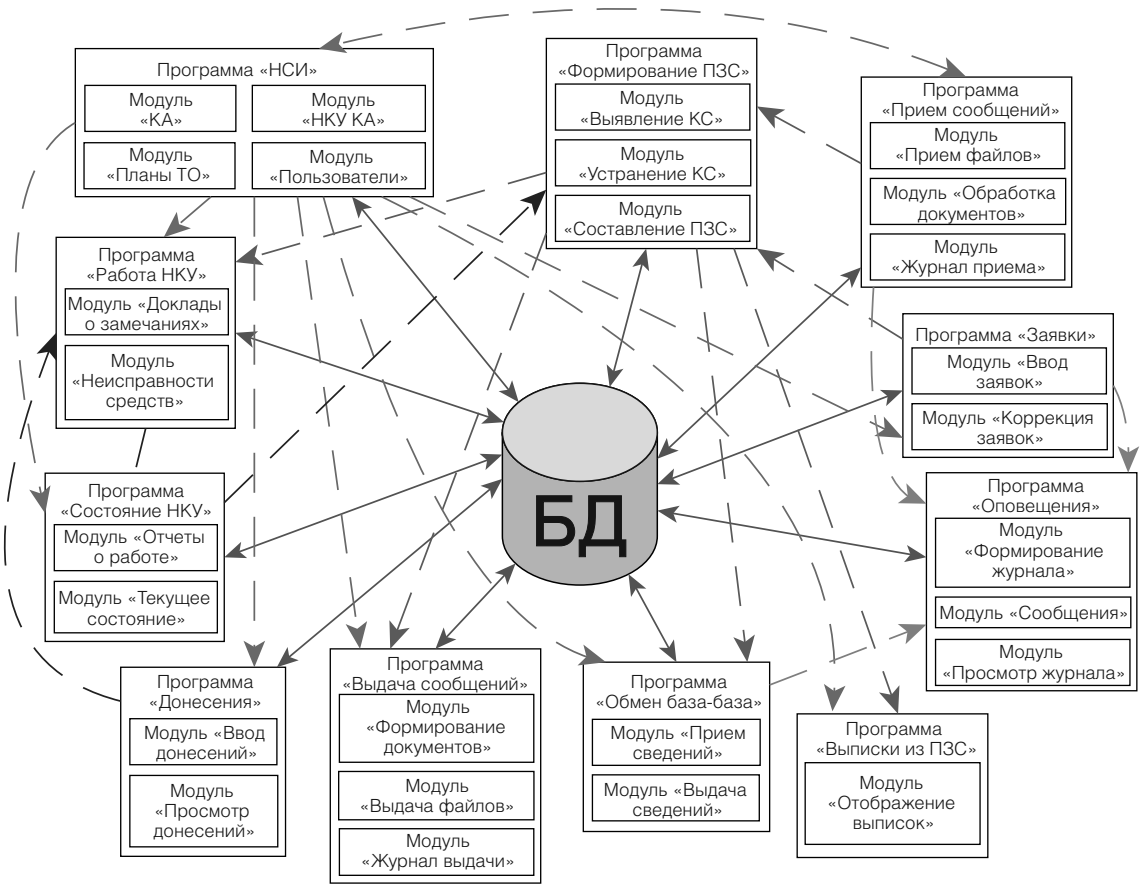


Рис. 3. Структурная схема программного обеспечения

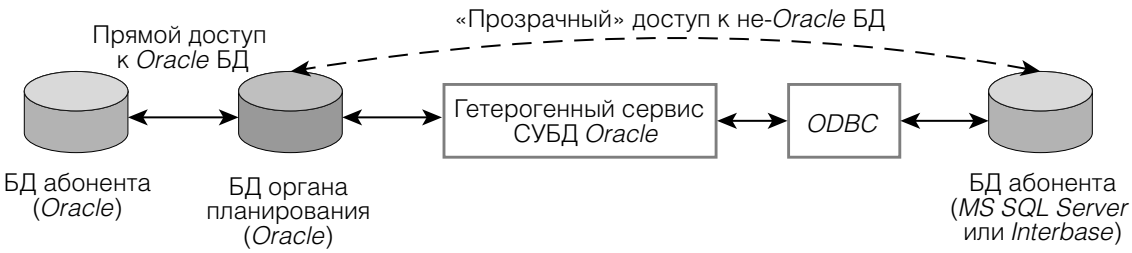


Рис. 4. Схема информационного обмена органа планирования с внешними абонентами непосредственно между базами данных

вызванной необходимостью ввода данных в специальное ПО [4].

Второй вариант — обмен непосредственно между базами данных органа планирования и абонента (рис. 4).

Обращение из БД органа планирования в БД абонента осуществляется посредством *ODBC*-драйвера и гетерогенного сервиса СУБД *Oracle*. При этом в БД органа планирования для БД абонента создается связь базы данных (*database link*) — объект с описанием правил подключения к другому экземпляру БД. Заметим, что если внешний абонент использует СУБД *Oracle*, то использовать *ODBC*-драйвер не нужно.

К достоинствам такого варианта можно отнести возможность интеграции информационного обмена в работу специального ПО ЦУП КА. К недостаткам — необходимость доработки специального ПО, как со стороны ЦУП КА, так и со стороны органа планирования. Доработка специального ПО со стороны органа планирования под каждый ЦУП КА обусловлена тем, что БД каждого ЦУП КА является уникальной и унификация обмена между БД затруднительна по техническим и организационным причинам [4].

Третий вариант — передача *xml*-документов, которая осуществляется посредством файлового обмена через *FTP*-сервер или через стороннее ПО передачи файлов, работающее с локальными директориями. Обработка и формирование *xml*-документов осуществляется в БД. Запись файлов в обменные директории и их чтение осуществляется службами, работающими на компьютере обмена органа планирования.

Процесс передачи сведений абонентам посредством *xml*-документов протекает следующим образом. При наступлении события, вызывающего необходимость передачи сведений внешнему абоненту, в БД органа планирования формируется текст *xml*-документа. Для сформированного *xml*-документа указывается директория, в которую он должен быть в дальнейшем выгружен. Директория определяется исходя из типа информации, содержащейся в *xml*-документе, и получателя *xml*-документа. Данный *xml*-документ считается исходящим (ожидающим отправления).

Служба выдачи *xml*-документов, находящаяся на компьютере обмена органа планирования, периодически опрашивает БД на наличие исходящих *xml*-документов. При обнаружении исходящего *xml*-документа служба осуществляет формирование *xml*-файла, содержащего заданный *xml*-документ, и запись его в локальную директорию компьютера или в директорию на *FTP*-сервере. После этого *xml*-документ перемещается в БД из исходящих в отправленные *xml*-документы.

Если файл был записан в локальную директорию компьютера, то его передача абоненту осуществляется сторонним программным обеспечением, используемым для файлового обмена между абонентами НКУ КА.

В случае если файл был записан в директорию на *FTP*-сервере, он будет прочитан программным обеспечением абонента, периодически опрашивающим директорию *FTP*-сервера. После прочтения файл удаляется.

Для получения сведений от абонентов служба приема *xml*-документов, работающая на компьютере обмена органа планирования, периодически опрашивает директории приема *xml*-файлов (как локальные директории, так и директории на *FTP*-серверах). При обнаружении *xml*-файла служба передает его в БД. После этого файл перемещается в директорию принятых файлов, т. е. из директории приема файл удаляется.

В БД выполняется обработка принятого *xml*-документа. Сведения из *xml*-документа записываются в соответствующие таблицы БД.

После передачи *xml*-документа в БД формируется квитанция о его получении, которая представляет собой *xml*-документ, записываемый в таблицу исходящих документов.

Перед реализацией обмена абоненты разрабатывают и подписывают протокол информационного обмена. В нем указываются технические и программные средства, используемые при обмене, а также состав и структура передаваемой информации.

Для описания *xml*-документов, которыми осуществляется обмен, используются соответствующие *xml*-схемы. Это позволяет сделать протоколы информационного обмена более понятными и формализованными. При просмотре журнала приема и передачи *xml*-документов через соответствующую программу осуществляется их преобразование в *html*-страницу с помощью *xslt*-шаблона.

Таким образом, пользователь просматривает *xml*-документ в понятном ему табличном виде, поскольку большинство передаваемых документов содержат табличные сведения.

Хранение *xml*-документов в БД осуществляется в соответствующей таблице в поле типа *XMLType*. Остальные поля таблицы содержат сведения о приеме/передаче документа, в частности, времени и директории приема/передачи документа, компьютера, с которого был осуществлен прием/передача и т. д. Формирование и разбор *xml*-документов в БД осуществляется с помощью *xml*-функций *XMLForest*, *XMLParse* и т. п.

Данный вариант организации информационного обмена является наиболее приоритетным. Его главными достоинствами являются унификация обмена органа планирования с ЦУП КА и возможность интеграции информационного обмена в работу специального ПО ЦУП КА. К недостаткам следует отнести необходимость доработки специального ПО ЦУП КА для реализации информационного обмена с органом планирования, а также необходимость в средствах передачи *xml*-документов, например, *FTP*-сервер. Возможна комбинация данного варианта организации информационного обмена с предыдущим, т. е. передача *xml*-документов через обменные таблицы БД [4].

При поступлении входных документов осуществляется запись содержащихся в них сведений в БД органа планирования и выполняется контроль их корректности. После записи входных данных в БД они становятся доступными для дальнейшего использования.

После получения и коррекции заявок от ЦУП КА на загрузку средств НКУ орган планирования приступает к разработке предложений в ПЗС НКУ с учетом ресурсных ограничений, при этом выявляются и разрешаются все конфликтные ситуации [4].

Разрешение конфликтных ситуаций

Для разрешения конфликтных ситуаций был выбран алгоритм автоматизированного разрешения конфликтных ситуаций [5] с использованием правил приоритетности. Несмотря на очевидные достоинства, данный алгоритм имеет и недостаток: он позволяет разрешить конфликтную ситуацию лишь путем исключения из ПЗС конфликтного сеанса связи. Однако исключаемый сеанс может быть перенесен оператором на резервную зону радиовидимости исходя из данных, представляемых АС распределения средств управления КА [2].

Алгоритм реализован в виде пакета на языке PL/SQL. Таким образом, вычисления по данному алгоритму осуществляются на сервере, что повышает скорость его выполнения.

После разрешения конфликтных ситуаций осуществляется утверждение ПЗС (коррекции ПЗС), затем происходит формирование и передача выписок (коррекций выписок) из ПЗС и распоряжений (дополнительных распоряжений) на загрузку средств управления внешними абонентами.

Функциональность пользовательского интерфейса

При разработке специального ПО АС было уделено существенное внимание удобству и функциональности пользовательского интерфейса. Так, при просмотре формируемого ПЗС осуществляется наглядная индикация конфликтных ситуаций. По каждому конфликтующему сеансу может быть получена подробная информация о конфликтной ситуации с указанием причин, вызвавших конфликт. Осуществляется выделение поступивших коррекций в ПЗС, еще не обработанных оператором. Просмотр ПЗС осуществляется по суткам. При наличии коррекций на другие сутки включается соответствующая индикация. Для ускорения распечатки ПЗС, выписок (коррекций выписок) и распоряжений (дополнительных распоряжений) реализована пакетная печать документов.

Пользователю предоставлены возможности гибкой фильтрации и группировки данных, что может повышать оперативность принятия решений оператором за счет исключения лишней на данный момент информации. Этот функционал реализован за счет использования возможностей компонента QuantumGrid из библиотеки DevExpress.

Немаловажным фактором является информативность и наглядность представления сведений оператору. Так, для оперативного принятия решений и быстрого реагирования на изменение ситуации специалист органа планирования должен быть обеспечен всей необходимой информацией. Вместе с тем выбор данных для отображения должен осуществляться как можно быстрее. Учитывая вышесказанное, информация специалисту должна быть представлена в компактном виде. Другими словами, формы, отображающие сведения, должны быть информативны. В то же время предпочтительным является более наглядное представление информации, так как оно проще для восприятия. В частности, сжатое представление информации о текущем состоянии средств управления КА позволяет оператору быстро оценить ситуацию. При этом специалисту должна быть предоставлена возможность детализировать просматриваемые сведения.

Вопрос оповещения специалистов органа планирования о поступлении информации, требующей скорейшего реагирования, также является весьма важным. К такой информации относятся заявки на загрузку средств (и их коррекции), планы технического обслуживания средств и доклады о замечаниях к сеансам связи. Для решения данного вопроса разработана соответствующая программа. При поступлении указанной информации в БД на компьютере оператора отображается всплывающее сообщение оповещения и осуществляется звуковая индикация. После прочтения сообщения оператор делает соответствующую отметку, при этом фиксируются компьютер и время приема сообщения. Программа реализована с использованием механизма Oracle *Advanced Queuing* и триггеров уровня строк, реализующих постановку в очередь сообщения о поступлении информации.

Заключение

На основании проведенного анализа были сформулированы требования к автоматизированной системе распределения средств управления космическими аппаратами. Для реализации требований предложены варианты организации информацион-