

**МЕЖДУНАРОДНАЯ АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА ГЛОБАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА (МАКСМ) –
НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ БОРЬБЫ
СО СТИХИЙНЫМИ БЕДСТВИЯМИ
И ТЕХНОГЕННЫМИ КАТАСТРОФАМИ**

В. А. Меньшиков

д-р техн. наук, профессор
Генеральный конструктор многофункциональной космической системы
Союзного государства, директор

С. В. Пушкарский

канд. техн. наук
заместитель директора «НИИ КС имени А. А. Максимова» –
филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»

Россия, г. Юбилейный Московской обл.
«НИИ КС имени А. А. Максимова» –
филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»

Проект МАКСМ¹, предусматривающий создание Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга – это активно продвигаемая в течение двух последних лет инициатива российских научных и общественных организаций по формированию дееспособного международного механизма, который бы позволил эффективно предупреждать отдельные страны и мировое сообщество в целом о грозящих стихийных бедствиях и техногенных катастрофах, в том числе – обусловленных угрозами космического происхождения. В основу этого Проекта, осуществляемого под эгидой Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского и Международной академии астронавтики, положена концепция возможности выявления с использованием специальной аппаратуры космического, авиационного и наземного базирования т.н. «предвестников» грядущих стихийных бедствий, проявляющихся в виде аномалий геосферы и прогнозирования на этой основе мест и времени наступления катастрофических событий геологической и метеорологической природы. Кроме того, среди перспективных задач МАКСМ – предупреждение об объектах, сближающихся с Землёй (метеорной и астероидной угрозах), а также об опасных ситуациях в околоземном

¹ В английской аббревиатуре – IGMASS – International Global Monitoring Aerospace System

космосе, обусловленных феноменом «космического мусора». В конечном итоге, МАКСМ призвана обеспечить решение и широкого спектра общегуманитарных проблем Человечества, таких как защита и сохранение культурных ценностей, телематика, ликвидация неграмотности через дистанционное обучение, борьба с болезнями через развитие телемедицины. Всё это призвано обеспечить условия для постепенного формирования единого общепланетарного «информационного пространства безопасности».

За прошедший 2010 год, печально известный имевшими место по всему миру многочисленными стихийными бедствиями и техногенными катастрофами, наш Проект проделал значительный путь от чисто научной идеи до всё более четко вырисовывающейся концепции сложнейшей, в известном смысле – амбициозной, организационно-технической системы, которая призвана объединить информационно-телекоммуникационные и навигационные ресурсы средств аэрокосмического мониторинга национальной, региональной и международной принадлежности, а также различных форм собственности для достижения высокой и благородной цели – эффективного предупреждения о грозящих бедствиях, которые продолжают оставаться одними из основных угроз устойчивому развитию человечества, нанося огромный ущерб государствам и планете в целом. Так, только за прошлый год такой ущерб превысил 200 миллиардов долларов США и мартовские катастрофические события в Японии лишь подтвердили эту тенденцию.

Однако продвижение Проекта уже в течение двух лет связано с рассмотрением комплекса научно-технических, технологических, организационных, политико-правовых и экономических проблем, которые исходя из статуса МАКСМ, предстоит решать в широкой международной кооперации. Два специализированных международных симпозиума – на Кипре и в Латвии, а также многочисленные презентации концепции МАКСМ на профильных международных мероприятиях, проведённых в странах Европы, Азии, Африки и Америки (включая прошлогодние сессии КОПУОС и его научно-технического подкомитета), наконец – формирование «Международного комитета по реализации Проекта МАКСМ», который уже заключил или ведёт переговоры о заключении соглашений о сотрудничестве с различными организациями по всему миру, позволили обеспечить Проекту известность, как в России, так и за её пределами. На недавнем Вашингтонском саммите руководителей космических агентств, приуроченном к 50-летию Международной академии астронавтики один из пленарных докладов практически целиком был посвящён МАКСМ. Проекту и деятельности по его дальнейшему продвижению главы тридцати космических ведомств единодушно дали однозначно позитивную политическую оценку, что позволяет системно и постепенно формировать его институциональные основы в техническом, политико-правовом, гуманитарном и организационном аспектах.

В результате проведённых в 2010 году силами специалистов Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского и Международной ака-

демии астронавтики обширных системных и научно-прикладных исследований было установлено, что будущая система должна строиться и развиваться на принципах поэтапного формирования некоей глобальной сети, интегрирующей в своём составе наряду с уже существующими информационно-навигационными и телекоммуникационными ресурсами традиционных космических систем национальной, региональной и международной принадлежности, специализированный прогнозный, мониторинговый потенциал, который должен появиться в ходе реализации основной идеи Проекта – возможности эффективного сбора данных о стихийных бедствиях и техногенных катастроф.

В этом году мы приступаем к разработке системного проекта МАКСМ. В его рамках предстоит наполнить реальным содержанием три технические направления работ.

1. По разработке путей, методов и средств корректной интеграции (технического сопряжения) информационных, телекоммуникационных и мониторинговых ресурсов в единую систему.

2. По обоснованию рационального состава и орбитального построения специализированного космического сегмента МАКСМ с перспективной аппаратурой регистрации предвестников стихийных бедствий и техногенных катастроф.

3. По решению вопросов развития наземной инфраструктуры приёма, обработки, интеграции, интерпретации и распространения данных прогнозного мониторинга, корректно преобразуемого в информацию предупреждения на международном и национальном уровнях.

Результатом осуществления *первого направления работ по Проекту* должны стать алгоритмы и технологии интеграции в МАКСМ средств и ресурсов, включая вопросы их информационного сопряжения, что является хотя и весьма сложной, но решаемой (с использованием, например, ГРИД-технологий или унифицированных протоколов обмена данными) технической задачей.

Второе направление работ по Проекту - создание специализированного космического сегмента МАКСМ мы считаем технически наиболее сложным. На сегодняшний день достоверно установлено, что инструментально фиксируемыми из космоса многочисленными предвестниками, например, землетрясений, считаются проявляющиеся в литосфере, атмосфере и ионосфере Земли аномалии геофизических параметров, обусловленные движениями земной коры, её электродинамикой, гравитационными воздействиями Солнца и Луны, а также целым рядом других факторов. В интересах регионального и локального сейсмического районирования уже сегодня можно использовать широкую номенклатуру существующих космических систем наблюдения, обеспечивающих требуемое пространственное спектральное и температурное разрешение. Однако эффективный прогнозный мониторинг станет возможен лишь при условии дооснащения этих систем новыми геофи-

зическими приборами и средствами оптико-электронного наблюдения во всём диапазоне электромагнитного спектра, активно разрабатываемыми во многих странах мира, в том числе в России. Это – ионозонды, магнитометры, приемники ультранизкого и очень низкочастотного радиоизлучения, Фурье-спектрометры, детекторы элементарных частиц, ИК-радиометры, гиперспектрометры, лидары и радары. Учитывая стремительный прогресс в области микроминиатюризации, нанотехнологий, микроспутников и платформ, вопрос создания и размещения на борту КА такой дополнительной аппаратуры можно считать в обозримой перспективе вполне технически осуществимым. Так образцы бортовой геофизической аппаратуры, пригодные для монтажа на борту малых и микроспутников, в России уже созданы и апробированы в космосе (КА «Компас-1 и «Компас-2»). На этапе ОКР находится уникальный отечественный проект мониторинга ионосферы «Геофизика»: его космический сегмент представлен широким спектром приборов, которые могут быть использованы для выявления предвестников стихийных бедствий.

В целях прогнозирования критических ситуаций техногенной природы, потребуется аналогичный состав бортовой аппаратуры, дополненный инструментарием прецизионной геодезической, интерферометрической и стереосъемки из космоса, а также средствами сбора датчиковой информации о состоянии потенциально опасных технических объектов.

Учитывая значительный прогресс в области создания малых и микроспутников, рассматривая прогнозный сейсмический и метеорологический мониторинг средствами специализированного космического сегмента МАКСМ, руководство Проектом рассчитывает на использование научно-технического задела в области создания КА «Союз САТ-О» в рамках российско-белорусской программы и широкую международную кооперацию. Первые позитивные результаты рабочих контактов с группой профильных канадско-американских (CANEUS), британских (SURREY) и китайских (DFN Satellite Co.Ltd.) компаний дают основания надеяться на продуктивность такого подхода.

Эффективной технической реализации собственного специализированного космического сегмента МАКСМ, несомненно, будут способствовать продвижение международной инициативы по «космической погоде» и космические проекты в области геофизики Земли и космоса.

Третье магистральное техническое направление работ по Проекту – развитие наземной инфраструктуры МАКСМ для приёма, обработки, интегрирования, интерпретации и распространения данных прогнозного мониторинга – предполагает решение широчайшего спектра организационно-технических, политических и правовых вопросов. Прежде всего, в рамках МАКСМ мы видим создание иерархической трёхуровневой инфраструктуры: её нижний уровень представлен существующими средствами для приёма и обработки мониторинговой информации и датчиковыми сетями национальной и региональной принадлежности, которые в перспективе могут быть до-

полнены и специализированными международными станциями, средний уровень – средствами интерпретации мониторинговых данных национальной и региональной принадлежности; а верхний – международными центрами управления в кризисных ситуациях. Технически указанные центры как узлы будущей глобальной сети безопасности по мере реализации МАКСМ могут создаваться и оснащаться как постепенно присоединяющимися к Проекту отдельными странами и региональными организациями, так и в рамках международной кооперации. Руководство Проектом в предварительном порядке уже провело неформальные консультации с представителями ряда стран (Украина, Китай, Вьетнам, Индонезия, Камерун, Нигерия, ЮАР) на предмет возможности размещения на их территориях информационной инфраструктуры МАКСМ, получив принципиальную поддержку этой идеи.

Несколько замечаний по отдельному (перспективному) *техническому направлению работ в рамках Проекта* связанному с ранним предупреждением об астероидной (метеороидной) опасности. Российскими учёными в своё время прорабатывалась концепция «космический дозор», к которой можно было бы вернуться на качественно новом уровне технологического развития. Так, согласно предварительным оценкам, для своевременного (по крайней мере, за 3 – 5 дней) предупреждения о приближении потенциально опасных ОСЗ, в рамках МАКСМ можно было бы создать специализированную космическую систему из размещаемых в точках Лагранжа трёх крупных космических аппаратов с мощными оптическими ИК-телескопами на борту. Аналогичную группировку предупреждения об опасности космического мусора как составляющей системы глобального мониторинга можно было бы развернуть и на околоземных орбитах, комплексируя получаемые с её использованием данные с информацией наземных средств (российской СККП, американской НОРАД и т.п.).

Краткая ремарка относительно *гуманитарного аспекта реализации Проекта* МАКСМ. В случае создания глобальной информационно-навигационной и телекоммуникационной сети появится возможность решения широкого спектра общечеловеческих задач: развития дистанционного обучения (в том числе в русле выполнения п. 48 резолюции 63/90 ГА ООН «Космос и общество»), создания телематических систем и «транспортных коридоров» в удалённых и необорудованных в информационном отношении регионах, сохранения и защиты культурных ценностей, а также развития телемедицины в районах потенциальных стихийных бедствий. Достигнутый уже к настоящему технический и технологический задел в данной области позволяет рассматривать данный аспект реализации Проекта как перспективный и вполне реально осуществимый.

В завершение своего выступления хотелось бы остановиться на организационных основах реализации Проекта. Как уже упоминалось выше, Проект МАКСМ прошёл научную и политическую апробацию на многих международных мероприятиях. При этом удалось провести консультации с пред-

ставителями профильных международных организаций (ГЕО, КОПУОС и ООН-Спайдер), найдя понимание своего места в формирующейся системе предупреждения и защиты от стихийных бедствий. Рабочий орган Проекта – Международный комитет неправительственная организация, в составе которой сегодня 75 официальных членов и наблюдателей, представляющих более 30 стран и международных организаций (включая и Управление ООН по космосу), начал свою работу в июле прошлого года. Основная цель создания Комитета – привлечение общественного внимания к Проекту, консолидация профильных учёных, специалистов и предприятий под практическое воплощение концепции системы, реализация новых идей и технических решений в области прогнозирования стихийных бедствий и техногенных катастроф, поиск административных и финансовых ресурсов для реализации МАКСМ. Основной темой последнего заседания Комитета, которое состоялось в сентябре 2010 года дни работы 61-го Международного конгресса астронавтики в Праге, стало принятие Устава этой организации и магистрального плана работы на нынешний год. Среди мероприятий Плана – презентация Проекта и его ключевых аспектов в шести странах, а также на уровне Объединённых Наций. Комитету, очередное заседание которого планируется провести 13 мая в Мадриде в рамках «Недели российского космоса», приуроченной к 50-летию первого космического полёта Ю. А. Гагарина, предстоит большая организационная работа по решению тех сложных задач, речь о которых шла выше.

Два месяца назад состоялся визит членов Комитета в Китай, где те провели обстоятельные двухдневные консультации с коллегами из Китайской национальной космической администрации (КНКА) и подписали с ними обстоятельный протокол о сотрудничестве в рамках Проекта, предполагающий:

- активное продвижения технологического диалога между ЦСДЗЗ и МКР в области выявления предвестников природных (техногенных) катастроф;
- создание перспективного оборудования ДЗЗ космического базирования на основе малых и микроспутников;
- консолидацию внимания вопросам использования потенциала МАКСМ для защиты окружающей среды, городского строительства и т.п.;
- совместное создания приёмной станции и обмена данными ДЗЗ.

Комитет пригласил представителей китайской стороны в Москву (Россия) не позднее апреля 2011 года для проведения очередной встречи по проблематике МАКСМ и посещения НИИ КС имени А. А. Максимова. Это предложение было с благодарностью принято.

Таким образом, Проект МАКСМ постепенно получает поддержку как на федеральном уровне, так и динамично расширяет свой формат за счет присоединения всё новых стран (только в новом году это Аргентина, Китай и Индонезия), а также международных организаций (Азиатско-тихоокеанская

организация по космическому сотрудничеству). Накануне празднования 50-летия первого космического полёта Проект МАКСМ предоставляет возможность объединения усилий всего мирового сообщества в рамках новой единой стратегии сугубо мирного освоения космоса, направленной на обеспечение безопасного и социально устойчивого развития мирового сообщества в XXI столетии.

**INTERNATIONAL GLOBAL MONITORING AEROSPACE SYSTEM
AS A NEW APPROACH TO PROBLEMS
OF STRUGGLE ON NATURAL DISASTERS
AND TECHNICALLY GENERATED CATASTROPHES**

V. A. Menshikov

Doctor of Technical Sciences, Professor
Director General of IGMASS project,
General Designer of Multi-Function Outer Space System for the Union State,
Director

S. V. Pushkarsky

PhD in Technical Sciences
Vice-Director

Russia, Moscow Region, Jubilejny
Maksimov Space Systems Research Institute –
Branch of Khrunichev State Research and Production Space Center
(ROSCOSMOS)

The presentation describes implementation of a new ROSCOSMOS initiative within the International Global Monitoring Aerospace System (IGMASS) project proposed by Russian scientists and public organizations which is targeted at shaping an effective international mechanism which would allow alarming some countries and the whole international community about the forthcoming natural disasters and technically generated catastrophes including those caused by the space-originated threats. The project conducted under the auspices of the Russian Aeronautics Academy named after K. E. Tsiolkovsky and the International Aeronautics Association is based on the concept that special space-based, aviation and ground-based equipment can provide alerting information concerning natural disasters which manifest themselves in abnormal changes of the geosphere as well as predict time and locations of geological and meteorological catastrophes. Moreover the prospects of the IGMASS project include the warning on objects approach-

ing to the Earth (meteorite and asteroid threats) as well as outer space debris. Generally speaking, the IGMASS project is aimed at gradual formation of the whole planet information security space.

The year 2010 is known for its numerous natural disasters (the total damage exceeded 200 billion USD) and technically generated catastrophes. Thus, the Project grew up from a scientific idea to the ambitious comprehensive system which is to unite ICT and navigation resources of aerospace monitoring at national, regional and international levels in order to ensure effective alert about inevitable threats to the humanity.

However the Project advancement requires international consideration of a complex set of research and scientific, technological, organizational, political and legal as well as economic problems. There were 2 specialized symposia in Cyprus and Latvia as well as numerous presentations of the IGMASS project at profiled international events in Europe, Asia, Africa and America, and in the end – formation of the International Committee on the IGMASS Project Implementation which conducts negotiations for cooperation with various organizations all over the world to promote the Project. At recent Washington D.C. summit of heads of aerospace agencies devoted to the 50th anniversary of the International Aeronautics Academy it was presented at the plenary session and approved unanimously.

The first technical aspect. Based on large-scale system and science-related research conducted in 2010 it was stated that the future system should be based and developed upon gradual shaping a global network integrating the existing ICT and navigational resources at the national, regional and international levels, specialized prediction, monitoring potential which gives an opportunity of effective collection of data on natural disasters and technically generated catastrophes.

This year the following technical tasks should be carried out within the IGMASS project:

1. Development of ways, methods and means of correct integration of ICT and monitoring resources in a single system;
2. Explanation of rational content and orbital layout of the specialized outer space IGMASS segment including state-of-the-art equipment for registration of natural disasters and technically generated catastrophes forerunners;
3. Development of the ground-based infrastructure for reception, processing, integration, interpretation and dissemination of the forecast monitoring data accurately transformed into warning information at the national and international levels.

The second Project direction is setting up a specialized space-based IGMASS segment that is the most complicated from the technical point of view. Nowadays geophysical abnormalities in the lithosphere, atmosphere and ionosphere of the Earth which are generated by the Earth crust movement are regarded as numerous forerunners of a disaster. There is a wide scale of space observation systems, nevertheless, the effective forecast monitoring could be tangible only in

case of their re-equipment with new geophysical devices and means of optical and electrical monitoring in the whole range of electric magnet spectrum. They include ionosounds, receivers for ultra-low and very low frequency radiation, Fourier spectrometers, elementary particles gages, IC radiometers, hyperspectrometers, lidars and radars. Taking into account the streamline of nanotechnologies and micro satellites it could be possible to install the additional equipment on board of a spacecraft in the nearest future. Some of these geophysical sensors for small and micro satellites have already been created in Russia and tested onboard in the outer space.

Based on the success of foreign partners the IGMASS project management counts on scientific and technical potential of the joint Russian-Belorussian spacecraft «Soyuz SAT-O» for conducting the forecast seismic and meteorological monitoring.

The third technical direction of the Project implies creation of the ground-based IGMASS infrastructure designed for receiving, processing, integration, interpretation and dissemination of the forecast monitoring data and tackling a set of organizational, technical, political and legal matters. Firstly, the IGMASS represents a 3-level infrastructure: the lower level includes receivers and processors of monitoring data and sensor networks at the national, regional and international levels, the medium level includes means of interpretation of monitoring data at the national and regional levels; the upper level is represented by international centres for emergency situation management. It requires international cooperation which has started via informal counseling with Ukraine, Chine, Vietnam, Indonesia, Cameroon, Nigeria, and South Africa concerning installation of the IGMASS infrastructure in their territories. A special Project attention is drawn to early alert on asteroid (meteorite) threat.

IGMASS does also have a humanitarian aspect. It helps to solve a number of humanitarian tasks: distance education development, creation of telematic systems and «transport corridor» in remote regions, preservation of cultural values as well as telemedicine development in the areas of potential natural disasters.

Some organization grounds for the Project implementation are also stated. The Project working body – the International Committee, a non-government organization comprising 75 official members and observers from 30 countries and international organizations – was set up last July. Its main goal was attraction of public attention to the project, consolidation of high-profile scientists, experts and enterprises, search for administrative and financial resources for the IGMASS implementation. In September, 2010 the Organization Charter and the Main Scope of Works were adopted. The Committee members visit to China resulted in a substantive protocol for cooperation.

Thus, the Project is gradually acquiring the Federal support and dynamically extends its format at the expense of new members (Argentina, China, Indonesia) and international organizations (the Asian-Pacific Organization for Space Cooperation). The IGMASS project is open for cooperation and welcomes new members

and parties interested in peaceful development of the outer space.

**МАЛОРАЗМЕРНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «СОЮЗ-САТ-П»
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ИНТЕРЕСАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ**

В. А. Меньшиков

д-р техн. наук, профессор
Генеральный конструктор многофункциональной космической системы
Союзного государства, директор

С. Р. Лысый

канд. техн. наук
начальник научно технического центра

С. В. Черкас

д-р воен. наук
начальник комплекса

Н. В. Васильев

канд. техн. наук
начальник отдела

Россия, г. Юбилейный Московской обл.
«НИИ КС имени А. А. Максимова» –
филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»

Природные и техногенные процессы и аномалии, происходящие на Земле и околоземном космическом пространстве, представляют серьёзную опасность для жизнедеятельности человечества. В связи с этим, в настоящее время начата реализация проекта по созданию Международной аэрокосмической системы мониторинга (МАКСМ), инициированного российскими учеными и специалистами при поддержке Международной академии астронавтики и другими международными организациями.

Основное назначение МАКСМ – достоверный прогноз возникновения на Земле и в космосе потенциально опасных ситуаций природного и техногенного характера на основе комплексного использования всемирного аэрокосмического мониторингового потенциала с целью оперативного оповещения населения об их опасных проявлениях в интересах принятия своевременных и эффективных мер по снижению их последствий.

Основу орбитального сегмента МАКСМ составляют малоразмерные космические аппараты (КА). В качестве платформы данных КА может быть использована, например, платформа микроспутника типа «Союз-Сат», которая в текущем году будет создана в «НИИ космических систем имени А. А. Максимова» – филиале ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева». Конструкция платформы позволяет установку на нее оптико-электронного комплекса высокого разрешения (КА «Союз-Сат-О»), радиолокационного комплекса (КА «Союз-Сат-Р»), а также различной научной аппаратуры, предназначенной для мониторинга и регистрации признаков (предвестников) природных и техногенных катастроф (КА «Союз-Сат-П»). При этом для повышения достоверности прогноза природных и техногенных катастроф на КА «Союз-Сат-П» устанавливаются научная аппаратура различного целевого назначения.

Одной из ключевых задач при создании КА «Союз-Сат-П» является обоснование представительного набора признаков (предвестников) стихийных бедствий, которые могут быть зафиксированы с использованием его бортовой целевой аппаратуры, требований к её базовым характеристикам и, соответственно, баллистическому построению мониторинговой орбитальной группировки. Поскольку землетрясения были и остаются наиболее масштабными стихийными бедствиями, в качестве основной задачи рассматривается задача сейсмического прогноза.

За время систематических наблюдений за землетрясениями выявлены десятки признаков их приближения, многие из которых могут быть зафиксированы из космоса. Среди наиболее явных – форшоки, изменение характеристик геофизических полей Земли, изменение температуры в приземном слое, изменения характеристик ионосферы и атмосферы Земли и др.

Для мониторинга и регистрации указанных признаков (предвестников) на первом этапе создания орбитального сегмента МАКСМ предлагается создать два КА «Союз-Сат-П» с двумя комплектами целевой аппаратуры.

КА «Союз-Сат-П» № 1:

– многозональным сканирующим устройством инфракрасного диапазона «Сполох», предназначенным для мониторинга и регистрации изменений температурных режимов приповерхностных слоев и поверхности Земли и температурных аномалий в приземном слое;

– аппаратурой многоцелевого зондирования атмосферы в инфракрасном диапазоне, предназначенной для измерения эмиссии радона в приземной атмосфере и химического состава атмосферных газов;

– измерительным комплексом для исследования излучения высотных атмосферных разрядов, предназначенным для измерения электрического потенциала атмосферы и электрической проводимости приземной атмосферы.

КА «Союз-Сат-П» № 2:

– оптико-радиофизическим комплексом, ориентированным на спутниковый мониторинг околоземной среды и эффектов природных и техногенных воздействий, предназначенным для контроля свечений атмосферы и оптических эмиссий, контроля изменений в структуре нижней атмосферы, контроля модификаций нижней атмосферы, измерения аномалий в составе, концентрации, скоростях течения и температуре ионосферной плазмы;

– низкочастотным волновым приемником типа SAS-2, предназначенным для установления связи между сейсмической активностью и ОНЧ-КНЧ явлениями с целью прогнозирования землетрясений;

– фурье-спектрометром типа ИКФС-2, предназначенным для измерений уходящего излучения системы «атмосфера-поверхность Земли».

Указанные аппаратные средства разработаны как в рамках программ Союзного государства «Космос-СГ» и «Космос-НТ», так и в рамках других проектов, которые по различным причинам не были до конца реализованы.

Эффективность достоверной интерпретации признаков может быть качественно повышена путем комплексной обработки мониторинговой информации с использованием известных Байесовских процедур (параметрических и статистического оценивания). Это достигается за счёт учёта априорной информации об уже имевших место природных и техногенных катастроф, в преддверии которых из космоса были инструментально зафиксированы некоторые наборы признаков (предвестников). При этом используется априорная информация о вероятности наступления события при условии инструментально зафиксированного признака (предвестника) или их совокупности.

Априорная информация о событии может быть представлена в виде априорного распределения некоторых его числовых характеристик или совокупности выборок результатов зафиксированных из космоса признаков (предвестников). В зависимости от особенностей априорной информации при байесовском подходе используют следующие интерпретации априорных распределений:

– «частотную», когда проявление признака (предвестника) определяется как устойчивый случайный механизм, функция и плотность распределения которого могут быть определены в результате анализа соответствующих статистических данных;

– рациональную, которая применяется в случае полного отсутствия априорных данных или наличия незначительной информации об оцениваемом параметре, например, «несобственных» или «неинформативных»;

– субъективную, использующую лишь неформальный опыт группы экспертов, в соответствии с которыми назначаются вероятности определённых событий, являющиеся основой для построения априорного распределения.

Процесс обработки и интерпретации получаемой из космоса мониторинговой информации на основе байесовского подхода включает два этапа: составление функции правдоподобия, которая отражает распределение основной случайной величины наступления события (для чего используются те или иные наборы зафиксированных предвестников) и построение плотности апостериорного распределения вероятности наступления события с использованием теоремы Байеса. В итоге – на выходе получаются байесовские точечные оценки, минимизирующие функцию апостериорного риска, а также байесовский доверительный интервал для вероятности наступления природной или техногенной катастрофы.

Природные и техногенные катастрофы, происходящие на Земле и околоземном космическом пространстве, сопровождаются наличием большого числа (признаков) предвестников, пространственно-временное проявление которых характеризуется экстерриториальностью источников их возникновения на земной поверхности и непредсказуемостью начала времени их проявления. В связи с этим, решение задачи прогноза их возникновения возможно только на базе совместного привлечения информационных систем наземного воздушного и космического базирования в целях организации непрерывного глобального контроля за поверхностью Земли и околоземным космическим пространством, оперативного (в реальном масштабе времени или близком к реальному) доведения информации до наземных центров их обработки и центров управления в кризисных ситуациях. В этих целях предполагается использование геостационарных спутников - ретрансляторов в сочетании с использованием межспутниковых линий связи миллиметрового диапазона.

В докладе представлено описание платформы «Союз-Сат», ее модификаций, бортовой аппаратуры, предназначенной для мониторинга и регистрации признаков (предвестников) природных и техногенных катастроф в интересах прогнозирования возможности их возникновения, рассмотрены вопросы получения мониторинговых данных по признакам и их интерпретации для максимально достоверного их оценивания, обеспечения потребителей мониторинговой информацией и результатами ее обработки, в том числе, в реальном масштабе времени.

**LOW-SIZED SATELLITE «SOYUZ-SAT-P»
TO OBTAIN INTEGRATED DATA FOR THE PURPOSES
OF FORECAST NATURAL AND MAN-CAUSED DISASTERS**

V. Menshikov

Doctor, Professor

Designer General of Multifunctional Space System
of Russia and Belorussia, Director

S. Lysyy

PhD

Chief of Scientific & Technical Center

S. Cherkas

PhD

Head of Complex

N. Vasiliev

PhD

Chief of Department

Russia, Moscow Region, Jubilejny
Maksimov Space Systems Research Institute –
Branch of Khrunichev State Research and Production Space Center

Natural and man-caused processes and anomalies on the Earth and in near Earth space are very dangerous for life activity of the humanity. In connection with this at present the realization of the project to create International Global Monitoring Aerospace System started. The IGMASS' projected is initiated by Russian scientists and specialists and is supported by the International Academy of Astronautics and other Russian and international organizations.

Main function of the IGMASS is reliable forecast of the birth on the Earth and in space potentially dangerous situations reason of which are natural phenomena and human activity. This forecast is based on the complex use of world aerospace monitoring potential for the purpose of early warning to provide timely and efficient preventive measures to decrease the consequences of the natural and man-caused disasters.

Low-sized satellites put to the base of the IGMASS' orbital segment. Satellite bus «Soyuz-Sat» that this year will be assembled and tested in Maksimov Space Systems Research Institute can be used as platform for these satellites. Structure of the «Soyuz-Sat» platform provides mounting of the high

resolution optic & electronic system (satellite «Soyuz-Sat-O»), radar (satellite «Soyuz-Sat-R»), and different scientific on-board equipment to monitor and register pre-cursors of the natural and man-caused disasters (satellite «Soyuz-Sat-P»). At that, to increase the reliability of forecast satellites «Soyuz-Sat-P» is equipped with scientific systems that have different targets.

One of the tasks during creation of the satellite «Soyuz-Sat-P» is justification of the representative set of natural hazards pre-cursors which can be registered with use of the on-board scientific equipment and justification of the basic parameters and constellation specification. Because of earthquakes were and remain the most considerable natural hazard the main task is the task of the seismic forecast.

For the period of the regular observations of earthquakes tens of their birth pre-cursors were detected. Forshoks, change of parameters of the Earth geophysical fields, change of the temperature in surface layer, change of Earth atmosphere and ionosphere parameters, etc.

To monitor and register mentioned pre-cursors it is proposed at first to design two satellites «Soyuz-Sat-P» equipped with two on-board systems.

«Soyuz-Sat-P» № 1:

- multiregion scanning IR system «Spoloh» type to monitor and register changes of temperature regimes of the Earth near-surface and surface, and temperature anomalies in surface layer,

- equipment of the multipurpose sensing of atmosphere in IR range to measure radon emission in surface atmosphere, and chemical composition of the atmospheric gases,

- measuring complex to research radiation of the high-altitude atmospheric discharges to measure electric potential of the atmosphere and conductance of surface atmosphere,

«Soyuz-Sat-P» № 2:

- optic & radio physical complex to monitor near-Earth space and effects resulted from natural and man-caused impacts for the purpose of control of airglow and optical emissions, control of low atmosphere modifications, measurements of anomalies in composition, concentrations and flow speed and temperature of ionosphere plasma,

- LF wave receiver SAS-2 type (Signal Analyzer and Sampler) to ascertainment of dependence between seismic activity and VLF-ELF phenomena with purpose of earthquake prediction,

- IR Fourier spectrometer IKFS-2 type to measure spectra of escaping radiation of the system «atmosphere – surface» which are need to obtain temperature profiles in troposphere and low stratosphere, humidity profile in troposphere, total ozone value, temperature and others.

Mentioned on-board facilities are designed both in the frame of the scientific and technical programmes of the Union State «Kosmos-SG» and «Kosmos-NT», and in the frame of other projects which were not realized due to different reasons.

Efficiency of reliable interpretation of pre-cursors can be considerable increased by means of complex processing of monitoring data with use of Bayes procedures (parametric and statistic estimation). It is achieved due to taking into consideration the information about natural and man-caused disasters which are already occurred and before birth of which some sets of pre-cursors were registered from space. At that, prior information about event probability on conditions that sign or set of signs had been registered is used.

Prior information about event can be represented in the form of prior distribution of some its characters or set of samplings of pre-cursors measurement results. Depending on features of prior information the following interpretations of prior distributions are used:

- «frequency» interpretation when display of pre-cursor is determined as steady random mechanism function and frequency distribution of which can be obtained as a result of analysis of the corresponding statistic data,
- rational interpretation that is used in case of full absence of prior data or presence of minor data about estimated parameter;
- subjective interpretation that uses only non-formal experience of the experts in accordance with which determined event probabilities are fixed. These probabilities are the base for determination of the prior distribution.

Processing and interpretation of the obtained monitoring data on the base of Bayes approach includes two stages:

- generation of the likelihood function that reflects distribution of the main random quantity of the event. For this purpose sets of fixed pre-cursors are used),
- plotting of posterior frequency distribution with use of Bayes theorem.

Mentioned procedure results in Bayes point estimates minimizing function of posterior risk, and Bayes confidence interval for natural or man-caused disaster probability.

Natural and man-caused disasters on the Earth and in near Earth space are accompanied by large number of pre-cursors. Their space-and-time birth is characterized by the exterritoriality of the sources of their appearance on the Earth surface and unpredictability of their birth. In this connection, forecast of the natural and man-caused disasters is possible on the base of combined use of the ground, airborne and space information systems for the purpose of continuous global monitoring of the Earth surface, efficient (on-line) delivery information to the ground center of its processing and analytical centers. It's supposed that GEO telecommunication satellites will be used in aggregate with inter satellite links in meter band.

The presentation reviews «Soyuz-Sat» platform, its modifications, on-board equipment to monitor and register pre-cursors of the natural and man-caused disasters for the purpose of forecast of their birth probability, issues relating to obtaining monitoring pre-cursors data, their interpretation in the interesting of maximum reliable forecast, providing users with monitoring information and with the results their processing including on-line mode.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

С. А. Дудкин

заместитель генерального директора

Россия, Москва
Компания «Совзонд»

В современном мире данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) стали важным инструментом для решения практических задач государственного, регионального и местного управления, мониторинга природных и техногенных объектов и явлений.

В 2009 году основными лидерами на российском рынке с точки зрения объемов поставки стали данные со спутников нового поколения – WorldView-1, GeoEye-1 и RapidEye. Кроме того, традиционно лидером продаж является спутник ALOS, и, в частности, данные с камеры PRISM, которые, благодаря своей беспрецедентной точности являются превосходной основой для обновления карт масштаба 1:25000.

Все эти космические аппараты (КА), несмотря на конкуренцию, занимают каждый свою нишу. У WorldView-1 ставка сделана на достижение наивысшей производительности и возможности выполнения съемки больших территорий, в том числе и в режиме «стерео». Данные, получаемые с КА GeoEye-1, обладают самыми высокими точностными характеристиками без наземных точек привязки, хотя по производительности он уступает WorldView-1 и введенным в коммерческую эксплуатацию в начале 2010 года спутнику WorldView-2. В свою очередь, КА WorldView-2 является самым высокопроизводительным, с возможностью съемки в восьми спектральных каналах, что значительно расширяет сферу использования его данных для решения различных задач.

Уникальными возможностями, позволяющими использовать космические снимки для целей картографирования, мониторинга природных ресурсов, а также научных исследований, обладает спутник ALOS (Япония). В составе его оборудования – радар L-диапазона (PALSAR), предназначенный для круглосуточного и всепогодного наблюдения Земли и формирующий изображения с разрешением 10–100 м; картографическая стереокамера (PRISM), позволяющая получать моно- и стереоснимки с разрешением до 2,5 м, а также мультиспектральная камера (AVNIR-2) для получения цветных снимков с разрешением 10 м.

Хорошие перспективы в плане мониторинга природных ресурсов у группировки из пяти мини-спутников RapidEye (Германия), запущенных в 2008 г., которые способны обеспечивать ежедневное покрытие съемками с разрешением 6,5 м территорию в 4 млн кв. км. Периодичность съемки одного и того же района Земли – 24 ч. Сенсор спутника имеет пять спектральных каналов, причем уникальным для спутников высокого разрешения является канал «длинноволновый красный», который оптимально подходит для наблюдения и измерения изменений состояния растительного покрова.

Все возрастающее значение приобретает новое поколение радарных КА сверхвысокого разрешения. Основными их отличительными особенностями являются пространственное разрешение до 1 м, возможность съемки с различной поляризацией, возможность последующей интерферометрической обработки для получения высокоточных цифровых моделей рельефа (ЦМР) и выявления минимальных подвижек земной поверхности, что имеет немаловажное значение, например, при нефтегазопроисследовательских работах. К таким аппаратам относятся спутники TerraSAR-X (Германия), RADARSAT-2 (Канада), COSMO-SkyMed (Италия).

Можно констатировать, что в последние годы отчетливо обозначились основные тенденции в развитии технологий ДЗЗ: увеличение пространственного разрешения и производительности космических аппаратов, создание спутников или группировок, специализированных для решения определенных задач (картографических, мониторинговых и т. д.), более активное использование радарных съемок. Все это непосредственным образом сказывается на структуре и объеме рынка данных ДЗЗ: улучшается качество предоставляемой потребителям продукции, и в то же время за счет увеличения на орбите количества спутников и конкуренции, значительно снижается стоимость данных, постоянно растут архивы снимков, в том числе на территорию России и стран СНГ.

Дальнейший прогресс в сфере ДЗЗ обусловлен развитием технологий обработки и доведения до потребителя в нужном ему виде все увеличивающихся объемов данных, а также с построением комплексных систем оперативного мониторинга.

Компания «Совзонд» — один из лидеров геоинформационной отрасли России, поставщик данных ДЗЗ и программного обеспечения для их обработки, разработчик технологических решений и геоинформационных проектов.

A REVIEW OF MODERN LAND REMOTE SENSING SATELLITES

S. A. Dudkin

Deputy Director General

Russia, Moscow

JSC «Sovzond»

In today's world the remote sensing (RS) data has become an important tool for solving practical problems of the state, regional and local management, of monitoring of natural and man-made objects and phenomena.

In 2009, data from the new generation of satellites – WorldView-1, GeoEye-1 and RapidEye have become the main leaders in Russian market in terms of scopes of delivery. More than that a satellite ALOS is a traditional sales leader and in particular it is true for the data collected by PRISM camera, which are an excellent basis for updating the maps in scale 1:25000 thanks to their unprecedented precision.

Each of these space vehicles occupies its own niche despite of the existing competition. In case of WorldView-1 the stake is placed on achieving the highest performance and on the possibility of capturing large areas, including the «stereo» mode. Data from satellite GeoEye-1 have the highest accuracy characteristics without being attached to any points of detail, although it is inferior to WorldView-1 and WorldView-2 put into commercial operation in early 2010. In turn, the satellite WorldView-2 is the most highly productive; it can shoot in eight spectral channels, what significantly expands the use of its data for different tasks.

The ALOS satellite (Japan) has unique features that allow using satellite images for mapping, monitoring of natural resources, as well as for scientific research. As part of its equipment there are L-Band Radar (PALSAR) designed for day / night and all-weather observations of the Earth and creating images with a resolution of 10-100 m; Cartographic stereocamera (PRISM), that allows to obtain mono and stereoscopic photographs with a resolution of up to 2,5 m and a multi-spectral camera (AVNIR-2) for capturing color images with a resolution of 10 m.

Good prospects for natural resources monitoring has the group of five mini-satellites RapidEye (Germany), launched in 2008, which are capable of providing every day coverage of an area of 4,000,000 square km by shots with a resolution of 6.5 m. The periodicity of shooting the same area of the Earth is 24 hours. The satellite sensor has five spectral channels, with red long-wavelength channel being unique for the high-resolution satellites and highly suitable for observing and measuring changes of the vegetation cover.

The new generation of the radar satellites of ultra high resolution is becoming more and more important. The main features of these satellites are the spatial resolution of up to 1 m, the ability to shoot with different polarization, the possibility of subsequent interferometric processing for receiving high-precision digital elevation models (DEM) and the detection of minimal shifts of the earth's surface, which is very important in such cases as explorations for oil and gas. Among these satellites are TerraSAR-X (Germany), RADARSAT-2 (Canada), COSMO-SkyMed (Italy).

We can say that the following main trends in the development of remote sensing technologies have clearly outlined in recent years: the increase of spatial resolution and efficiency of spacecraft; the development of satellites or groups, specialized for certain tasks (mapping, monitoring, etc.); the increase of usage of radar surveys. All this affects directly the structure and the volume of the market of remote sensing data: the quality of the products available to consumers is improving, and at the same time because of the increasing number of satellites on the orbit and of the increasing competition, the cost of the data is reducing significantly, the archives of images are growing constantly, and it is true both for Russia and CIS countries.

Further progress in the field of remote sensing is determined by the development of technologies of processing and delivering the increasing volumes of data to the customer in an appropriate way, as well as by construction of complex systems of real-time monitoring.

Sovzond – is one of the leaders of the GIS industry in Russia, a provider of remote sensing data and software for it's processing, a developer of technological solutions and GIS projects.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МАКСМ

Л. В. Меньшикова^{*}
канд. физ.-мат. наук
экономический советник

М. Ю. Найденов^{**}
заместитель начальника управления

^{*} Департамент информационных систем Центрального банка
Российской Федерации

^{**} Россия, г. Юбилейный Московской обл.
«НИИ КС имени А. А. Максимова» –
филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»

Построение информационно-аналитической системы (ИАС) для МАКСМ – Международной аэрокосмической системы мониторинга опасных для цивилизации природных явлений и техногенных катастроф – задача не менее сложная, чем разработка самой системы МАКСМ.

Как всегда в таких проектах – сначала разворачивается техника, которая позволяет решать основную бизнес задачу – мониторинг окружающей среды в целях предотвращения опасности любого толка с системой сбора информации от различных датчиков. Затем строится ИАС, позволяющая на основе набранной статистики не только фиксировать начинающиеся катаклизмы, но и предсказывать время и место их возможного возникновения, без ущерба для работы основной ИАС, собирающей и обрабатывающей эту статистику. Кроме того, существует дополнительная подзадача при построении ИАС – использовать для пользователей такой системы существующую у пользователей структуру ИТ – и техническую и организационную.

Для того, чтобы обеспечить взаимодействие МАКСМ и ИАС МАКСМ – с самого начала необходимо донести до руководства проекта МАКСМ следующие ключевые моменты:

- обеспечивать понимание процессов информатизации бизнесом;
- сделать понятными руководству МАКСМ границы и возможности создаваемой ИАС МАКСМ;
- вовлекать руководство МАКСМ в приоритезацию очередности создания функционала ИАС МАКСМ;

- делать затраты на ИАС видимыми и управляемыми;
- планировать и бюджетировать часть ИАС МАКСМ без привлечения к этому вопросу технических специалистов-информатизаторов, участвующих в проекте создания ИАС МАКСМ, с использованием внешних консультантов.

Управление отношениями с бизнес-пользователями – одна из основных задач руководителя проекта создания ИАС МАКСМ.

Стратегические, тактические и оперативные цели управления отношениями с бизнесом можно кратко сформулировать следующим образом:

- необходимо управлять требованиями заказчика на основе понимания заказчика функционала и его целей, взяв под контроль отношения между поставщиком услуг и заказчиком функционала;
- нужно стремиться достичь максимальной открытости и прозрачности решений и сервисов ИАС;
- требуется управлять и измерять удовлетворение заказчика и его недовольство на постоянной основе в ходе проекта создания ИАС – постоянно привлекая к тестированию промежуточных релизов ПО функциональных пользователей, а не только ИТ-специалистов;
- обеспечить единую точку входа между ИТ и бизнесом для наиболее эффективного достижения вышеуказанных целей очень полезно.

Создание ИАС проходит через несколько стадий:

- анализ ключевых функциональных потребностей бизнеса;
- формирование требований к системе, как функциональных так и нефункциональных, с учетом внешних факторов и внутренних процессов;
- анализ необходимых организационных мероприятий и ресурсов для создания системы;
- разработка системы, внедрение системы, организация эксплуатации системы, а так же доработки системы под вновь появляющиеся функциональные потребности в рамках ее сопровождения.

Покупать готовое или создавать собственное решение – один из основных вопросов в момент инициализации проекта создания ИАС.

Сначала рассмотрим, как системы появляются и как они развиваются в том и другом случае.

1 вариант. Если система разрабатывается с нуля, то она проходит следующие стадии:

- жизненный цикл разработки системы;
- разработка прототипа;
- использование.

2 вариант. Если система покупается, то она проходит следующие стадии:

- покупка готового решения;
- адаптация купленного решения «третьей стороной»;

- нахождение стратегических партнеров для сопровождения этих систем. У каждого из вариантов есть ряд типовых ожидаемых недостатков.

Разрабатываемая с нуля система:

- редко сразу оправдывает ожидания, так как при постановке задач невозможно сразу правильно описать все варианты реакции системы на действия с ней пользователя и формализовать связи между данными, не имеющих логически внятных описаний связей;

- как правило, для разработки и внедрения системы требуется больше времени, чем изначально обещает подрядчик;

- как следствие последнего – стоит эта система дороже, чем выделенный на нее бюджет.

Купленное готовое решение:

- в части адаптации под МАКСМ может занять столько же времени, сколько новая разработка;

- может быть не точно тот функционал, который вы ожидали получить, то есть готовое решение придется дорабатывать, а следовательно, в дальнейшем оно уже не будет развиваться, как типовое;

- может сделать вас зависимым от вендора, а они имеют обыкновение умирать в самый неподходящий момент.

Перед тем как решить вопрос разрабатывать ли новую систему или покупать готовое решение, можно порекомендовать ответить с помощью представителей бизнеса и независимых экспертов на несколько вопросов:

1. Соответствует ли система вашим требованиям?
2. Какие о ней отзывы?
3. Какие у вас могут быть стратегические партнеры для этой системы?
4. Эта система – ядро вашей организации или нет?

Полезным бывает так же оценить реальную и потенциальную выгоду; а так же затраты первого и второго варианта; и риски, напрямую вытекающие из вышеперечисленных недостатков.

Дополнительный вопрос, который возникает в ходе принятия решения, какой из двух вариантов предпочесть – это как будет развиваться, сопровождаться и поддерживаться уже внедренное решение – силами специалистов подразделения, эксплуатирующего МАКСМ, силами подрядчика под руководством специалистов МАКСМ или система будет передана на аутсорсинг. При выборе одного из трех путей следования всегда необходимо помнить о том, что ответственность за работу системы на аутсорсинг не передается.

APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF INFORMATION ANALYSIS SYSTEM IGMASS

L. V. Menshikova*

Ph.D.

Mathematics, Economic Adviser of the Department of Information Systems

M. Y. Naidenov**

Deputy Head of Centre

Russia, Moscow Region, Jubilejny

*Central Bank of Russian Federation

**Maksimov Space Systems Research Institute –

Branch of Khrunichev State Research and Production Space Center

The construction of information analysis system (IAS) for IGMASS – International Aerospace Monitoring System for Hazardous civilization natural phenomena and man-made disasters – is a task not less difficult than the development of the IGMASS system itself.

As it always is in such projects first of all we have to deploy a technique that allows us to solve basic business problems - environmental monitoring in order to avoid the danger of any kind with the system of collecting information from various sensors.

Then we construct the IAS, that not only allows to record starting disasters on the basis of statistics, but also to predict time and place of their possible occurrence, without any prejudice to the main job of the IAS which is to collect and interpret these statistics. More than that, there is an additional aim in the construction of the IAS – the possibility for the users of this system to use the existing IT structure – both technical and organizational.

In order to ensure the interaction between IGMASS and IAS IGMASS it is necessary to make sure that the following key points are clear to the leaders of the project IGMASS from the very beginning of the investigation:

- provide an understanding of processes of informational support – by business;
- make clear the boundaries and opportunities of the IAS IGMASS;
- involve the leaders of IGMASS in prioritizing the order of creating the IAS IGMASS functional;
- do the costs of IAS visible and manageable;

– plan and budget part of IAS IGMASS without involving technical IT specialists involved in it's creation, but using external consultants.

One of the main tasks of the leader of the project of creating IAS IGMASS is managing relationships with business users.

Strategic, tactical and operational objectives of the relations management with business can be summarized as follows:

– it is necessary to manage customer's requirements on the basis of his understanding of the functional of the project and its goals, taking control over the relations between the provider and the customer;

– to try to achieve the maximal openness and transparency of decisions and services of IAS;

– to manage and measure customer's satisfaction and dissatisfaction on an ongoing basis during the IAS project – constantly engaging in testing interim releases not only the IT professionals but also the functional users;

– it is also very helpful to provide a single access point for IT and business for the most effective achievement of the objectives mentioned above.

The creation of IAS passes through several stages: analysis of the main functional needs of business; formation of the system requirements, both functional and nonfunctional, taking into account external factors and internal processes; analysis of the necessary institutional arrangements and resources for creating the system; development of the system, implementation of the system, organization of the exploitation of the systems, as well as refining the system for the emerging functional requirements as part of its support.

Whether to buy or build your own solution – is one of the main questions in the moment of initialization of the IAS project.

First, let's see how systems appear and develop in both cases.

Case 1.

If the system is being developed from the very beginning, then it goes through the following stages:

– life cycle of the system's development;

– development of a prototype;

– use.

Case 2.

If the system is purchased, it goes through the following stages:

– purchasing ready made solutions;

– adaptation of purchased solutions by the «third party»;

– finding strategic partners to support the system.

Each option has a number of standard expected disadvantages.

Systems developed from scratch:

– rarely answer the expectations immediately, because when describing the formulation of problems it is not possible to describe correctly all the options of the system's response to user actions and to formalize the relationship between da-

ta that do not have logically distinct descriptions of relationships;

- usually the development and implementation of the system require more time than promised by contractor;

- as a consequence of the latter – the costs of the system go beyond the allocated budget.

Purchased systems:

- when adapting to IGMASS they may take as much time as in case of developing a new system;

- may not have the functionality that you expect to get, that is, the purchased system will have to be updated, and hence it will not be developed as standard in the future;

- can make you dependent on a vendor, and they tend to disappear at the inopportune moment.

Before you decide to develop a new system or buy a ready-made solution, we recommend replying several questions with help of business representatives and independent experts:

1. Does the system satisfy your requirements?
2. What are the reviews about this system?
3. What strategic partners will you have for this system?
4. Is this system the core of your organization or not?

It may also be useful to estimate the real and potential benefits as well as the costs in case of the first and the second options, and risks arising directly from disadvantages listed above.

Another question that arises while deciding which of two options to prefer is how the implemented solution will be developed, accompanied and supported: by the specialists, exploiting IGMASS, by the contractor and under the supervision of IGMASS specialists, or the system will be outsourced. When choosing one of the three options it is necessary to remember that the responsibility for the system is not transmitted to the outsourcing company.

**ПРОБЛЕМЫ КООРДИНАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА
МЕЖДУНАРОДНОЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА**

В. П. Савиных

Член-корреспондент РАН, профессор
Президент

В. А. Малинников

профессор
ректор

А. А. Майоров

профессор
проректор по научной работе

А. О. Куприянов

профессор
профессор

Россия, Москва

Московский государственный университет геодезии и картографии

В докладе рассмотрено современное состояние и перспективы развития глобальных среднеорбитальных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BEODOW, региональных спутниковых систем, охватывающих навигационным полем некоторые, локальные регионы Земли, как например, японская квазизенитная система QZSS и индийская IRNSS. Дальнейшее развитие получают широкозонные геостационарные дифференциальные системы (DGPS).

В настоящее время функционируют WAAS (США), EGNOS (Европейский Союз), MSAS (Япония), GAGAN (Индия). Пакистан представил, недавно, проект «Satellite Based Augmentation System (SBAS) Proposed for Pakistan» национальной широкозонной системы. Российская Система Дифференциальной Коррекции и Мониторинга (СДКМ) разрабатывается и создается в головной корпорации ОАО «Российские Ракетно-Космические и Информационные Системы» по заказу РОСКОСМОСА, в рамках Федеральной Целевой Программы (ФЦП) ГЛОНАСС.

Локальные дифференциальные системы, в составе интенсивно развивающихся многосистемных спутниковых референцных сетей базовых станций, в том числе виртуальных сетевых решений, использующих сигналы нескольких орбитальных группировок, получили массовое применение для широкого спектра задач мониторинга транспорта, морской и авиационной безопасности, деформаций сооружений, всего комплекса геофизических работ и исследований, включая шельфовую зону, контроля состояния нефте- и газопроводов, вынос в натуру скважин, проектов прокладки трубопроводов, линий электропередач, геодезических, картографических и землеустроительных работ: обновления карт крупных масштабов и создания навигационных карт для маршрутной навигации, трехмерной инвентаризации объектов, специальных применений и др.

Особое место в докладе занимают вопросы точностных диапазонов различных спутниковых методов и технологий, новые решения, заключающиеся в использовании точной эфемеридной информации, коррекций шкал времени, непосредственно в спутниковых приемниках высокоточного применения, в области функциональных дополнений глобальных систем, интегрирования спутниковых, инерциальных, наземных импульсно-фазовых и псевдоспутниковых систем.

Рассмотрены также вопросы координатного обеспечения единого информационного ресурса международной аэрокосмической системы мониторинга в условиях подавления или неустойчивого функционирования ГНСС.

**PROBLEMS OF COORDINATE SUPPORT
OF THE UNIFIED INFORMATION RESOURCE
OF THE INTERNATIONAL AEROSPACE MONITORING SYSTEM**

V. P. Savinykh

Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, professor
President

V. A. Malinnikov

professor
rector

A. A. Mayorov

professor
vice rector

A. O. Kupriyanov

professor
professor

Russia, Moscow

Moscow State University of Geodesy and Mapping

The presentation covers the status quo and development prospects of the global MEOS systems of GLONASS, GPS, GALILEO, BEODOW, regional satellite systems which navigation field encompasses some local regions of the Earth, for example, the Japanese quazi-zenit system QZSS and the Indian IRNSS. Wide-band DGPS are being updated.

Nowadays WAAS (USA), EGNOS (EU), MSAS (Japan), GAGAN (India) are in operation. Pakistan has recently introduced the project of a national wide-band system «Satellite Based Augmentation System (SBAS) Proposed for Pakistan». The Russian System of Difference Correction and Monitoring is being worked out and created in the leading corporation *Russian Space Rocket and Information Systems, PLC*, commissioned by ROSCOSMOS in the framework of the Federal Target Programme GLONASS.

The local differential systems incorporated in increasingly growing multi-system satellite reference networks of base stations including virtual network solutions which use the signals of several orbit stations are largely applied for a wide range of tasks for transport and structural deformation monitoring, sea and aviation

security, a whole set of geophysical works and investigations including the shelf area, control over oil and gas pipelines, in-situ wells, projects of pipeline, electric lining as well as over geophysical, mapping and land surveying: updating of large scale maps, creation of navigation maps for route navigation, 3D object inventory, special purposes etc. The special attention is attached to the issues of accuracy ranges for various satellite methods and technologies, new solutions imply the use of ephemeris information, adjustment of time scales directly in satellite high accuracy receivers, integration of satellite, inertial, ground-based impulse-phase and pseudo-satellite systems.

The presentation also considers the issues of coordinate support of the unified information resource of the International Aerospace Monitoring System in case of dumping or unstable functioning of GNSS.

**ИНТЕГРАЦИЯ
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
МАКСМ НА БАЗЕ ЕДИНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ
СОЗДАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА**

В. И. Хименко*

д-р техн. наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
первый проректор

Б. В. Соколов**

д-р техн. наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
заместитель директора

В. А. Зеленцов**

д-р техн. наук, профессор
ведущий научный сотрудник

М. Ю. Охтилев***

д-р техн. наук, профессор
заместитель главного конструктора

Россия, Санкт-Петербург

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

**Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
(СПИИРАН)

***ЗАО СКБ «Орион»

Предназначение МАКСМ – глобальный и эффективный *прогноз* возникновения на Земле и в космосе потенциально опасных ситуаций природного и техногенного характера на основе комплексного использования всемирного аэрокосмического мониторингового потенциала. Отличительными особенностями МАКСМ с точки зрения обработки информации являются глобальность, оперативность и возможность осуществления прогноза. Необходимость решения задач прогноза определяет требования к глубине (предыстории) и уровню интеграции разнородных данных при их обработке.

Анализ существующих национальных и международных проектов по-

казывает, что практически все они ориентированы преимущественно на решение задач выявления разрушительных последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций и не акцентированы на решение задач прогноза глобальных катастрофических событий.

Кроме того, проведенный анализ показал, что:

- системы мониторинга (СМ) создаются, как правило, на разных программно-аппаратных платформах;

- локальные СМ слабо взаимодействуют между собой, они не включены в единый цикл мониторинга и управления на национальном и международном уровнях.

В настоящее время применительно к МАКСМ достаточно подробно рассмотрены два подхода к интеграции систем мониторинга.

Первый подход заключается в обеспечении стандартизованного обмена данными между приложениями, наличие общего каталога метаданных, а также общего программного и Web-интерфейса.

Второй подход предполагает взаимодействие систем на уровне решения задач, т.е. запуска приложений, использования отдельных моделей, совместного использования данных и вычислительных ресурсов. Такой подход целесообразен на основе интеграции отдельных Grid-систем. Получаемая в результате инфраструктура Inter-Grid обеспечивает более глубокую интеграцию систем.

Оба подхода требуют создания большого числа специализированных систем мониторинга и последующего приведения результатов обработки данных к единым стандартам передачи и представления информации на разных уровнях иерархии МАКСМ.

Поэтому целесообразно сделать следующий шаг в интеграции – осуществлять обработку данных мониторинга, а также и создание самих систем мониторинга, и информационно-аналитических систем ситуационных и кризисных центров МАКСМ на базе единой интеллектуальной платформы, которая включает в себя интеллектуальную информационную технологию (ИИТ) и создаваемые на ее основе конкретные системы мониторинга.

Необходимо заметить, что создание интегрирующей интеллектуальной платформы не заменяет, а дополняет первые два подхода.

Основы построения и прототип ИИТ в настоящее время разработаны в Северо-западном научно-образовательном центре аэрокосмического мониторинга.

ИИТ создавалась в течение более чем 20 лет, она базируется на фундаментальных научных результатах, в числе основных из которых – концепция инвариантности объекта мониторинга и состояний вычислительного процесса. Реализация данной концепции позволила унифицировать процесс создания систем мониторинга и проводить мониторинг и прогноз состояния сложных объектов и процессов на базе обобщенных оценок, характеризующих риски возникновения и развития опасных ситуаций.

Одним из основных достоинств предлагаемой технологии является возможность разработки конкретных программ и систем мониторинга непрофессиональными программистами. Основными элементами технологии проектирования систем мониторинга при этом являются:

- интеллектуальный интерфейс;
- унифицированная операционная среда;
- оперативная распределенная база данных реального времени для создания единого информационного пространства.

К числу преимуществ рассматриваемой технологии также относятся:

- существенное сокращение сроков и расходов на создание или модификацию систем мониторинга;
- возможность осуществлять мониторинг в реальном времени с большим количеством измеряемых параметров;
- повышение надежности и эффективности процессов управления и поддержки принятия решений по предупреждению аварий и катастроф;
- выявление признаков потенциальных катастроф на ранних стадиях возникновения;
- существенное снижение числа ошибок при создании программных комплексов мониторинга;
- возможность интеграции как вновь разрабатываемых, так и существующих специализированных программных комплексов мониторинга в единую информационную систему;
- обеспечение катастрофоустойчивости создаваемых информационно-аналитических систем мониторинга.

К настоящему времени накоплен большой опыт реализации масштабных проектов по созданию и внедрению интеллектуальных информационных технологий и систем мониторинга для объектов космического назначения и атомной энергетики, который подтверждает приведенные выше достоинства данных технологий и перспективность их использования для интеграции информационно-телекоммуникационных ресурсов МАКСМ.

Междисциплинарные исследования и разработки по рассматриваемой тематике проводятся при финансовой поддержке РФФИ (гранты 11-08-01016-а, 11-08-00767-а, 09-07-00066-а, 10-07-00311-а, 10-08-90027-Бел_а), Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (проект №О-2.3/03).

**THE INTEGRATION
OF IGMASS INFORMATION AND TELECOMMUNICATION RE-
SOURCES
BASED ON A SINGLE INTELLIGENT PLATFORM
FOR MONITORING SYSTEMS CREATION AND MAINTENANCE**

V. I. Khimenko*

Doctor of Engineering Science, professor
Honored Worker of Science of Russian Federation
The first vice-rector

B. V. Sokolov**

Doctor of Engineering Science, professor
Honored Worker of Science of Russian Federation
deputy director

V. A. Zelentsov**

Doctor of Engineering Science Professor
Senior Research Fellow

M. Y. Ohtilev***

Doctor of Engineering Science, professor
deputy chief designer

Russia, Saint-Petersburg

*Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

**Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation (SPIIRAS)

***SDB «Orion»

The mission of IGMASS is a global and effective prediction of potential appearance of natural and man-made emergency situations on the Earth and in space on the basis of integrated usage of the global aerospace monitoring capacity. The distinctive features of IGMASS in terms of information processing are the globality, efficiency and the capacity of making predictions. The requirements for depth (history) and the level of integration of heterogeneous data in the process of its operation are defined by the need to solve the forecast problems.

The analysis of existing national and international projects shows that almost all of them are focused mainly on the solution of problems of identifying the devastating effects of natural disasters and emergencies, and they are not accented on

the solution of problems of global forecasting of catastrophic events.

In addition, the analysis shows that:

– monitoring System (MS) are usually created on different hardware and software platforms;

– local MS are interacting weakly, they are not included in a single cycle of monitoring and management at national and international levels. At the present time there are only two approaches to the integration of monitoring systems related to IGMASS that are examined in details. The first approach is in providing standardized data exchange between applications, having a common metadata catalog, as well as common software and Web-based interface.

The second approach involves the interaction of systems on the level of problem solving, ie launching applications, using separate models, sharing data and computational resources. Such an approach is appropriate when being based on the integration of individual Grid-systems. The Inter-Grid infrastructure that we get as a result provides a deeper integration of systems.

Both approaches require a large number of specialized monitoring systems and the subsequent reduction of data processing results to the same standards of transmission and presentation of information at different levels of IGMASS hierarchy.

Therefore it is advisable to take the next step in integration - to carry out the processing of monitoring data, as well as the creation of monitoring systems and information-analytical systems of IGMASS situational and crisis centers on the basis of a single IP platform, which includes the Intelligent Information Technology (IIT) and specific monitoring system produced on it's basis.

It must be noted that the creation of an integrating intelligent platform does not replace but complements the first two approaches.

The fundamentals of building of IIT and its prototype are now being developed in the Northwest Scientific-Educational Center of Aerospace Monitoring.

It took more than 20 years to create IIT, it is based on fundamental scientific results, the main of which is the concept of the invariant character of objects for monitoring and states of the computational process. The implementation of this concept made possible the unification of the process of establishing monitoring systems and monitoring and forecasting complex objects and processes based on generalized estimates, which characterize the risks of occurrence and development of dangerous situations.

One of the main advantages of the proposed technology is the ability to design specific programs and monitoring systems by nonprofessional programmers. In such case the basic elements of the technology of engineering of monitoring systems are:

- intelligent interface;
- unified operating environment;
- operational distributed real time database for creating a common infor-

mation space.

The advantages of the technology under consideration also include:

- significant reduction of time and expenses spent on creating or modifying monitoring systems;
- possibility to monitor in real time and with a large number of measured parameters;
- increased reliability and efficiency of management processes and decision-making support meant to prevent accidents and disasters;
- possibility to identify signs of potential disasters in the early stages of their occurrence;
- significant reduction of the number of errors in the process of creating monitoring software systems;
- ability to integrate both newly developed and existing specialized monitoring software systems in a single information system;
- supporting disaster recovery of the created information-analytical monitoring systems.

By now there is an extensive experience gained in implementing large-scale projects for the creation and implementation of intelligent information technologies and monitoring systems for the space mission objects and atomic energy, which confirms the listed above advantages of these technologies and prospects of their use for the integration of IGMASS information and telecommunication resources.

Interdisciplinary research and development of the above topics are conducted with the financial support of RFBR (grants 11-08-01016-a, 11-08-00767-a, 09-07-00066-a, 10-07-00311-a, 8.10 - 90027-Bel_a), Department of Nanotechnology and Information Technologies (project number O-2.3/03).

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ЦЕНТРА
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ПРОЕКТЕ МАКСМ**

В. И. Хименко*

д-р техн. наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
первый проректор

А. П. Ковалев**

д-р техн. наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
Президент

Б. В. Соколов***

д-р техн. наук, профессор
Заслуженный деятель науки РФ
заместитель директора

В. А. Зеленцов***

д-р техн. наук, профессор
ведущий научный сотрудник

М. Ю. Охтилев****

д-р техн. наук, профессор
заместитель главного конструктора

Россия, Санкт-Петербург

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

**Санкт-Петербургского отделения РАКЦ

***Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

****ЗАО СКБ «Орион»

Внедрение космических технологий является сложным и наукоемким видом деятельности, требующим высокой квалификации. Практика показала необходимость использования таких организационных форм ведения данной деятельности, которые соединяли бы в себе обеспечение фундаментальности проводимых разработок и одновременную подготовку необходимых специалистов. В этом смысле наиболее эффективным путем является создание научно-образовательных центров (НОЦ) космического профиля с участием научных организаций, вузов, производственных организаций. НОЦ позволяет решить три группы задач одновременно: научно-исследовательские, произ-

водственно-коммерческие и образовательные

В Северо-Западном регионе сформирован такой центр, в его состав входит ведущее предприятие космической отрасли в регионе – ФГУП «КБ «Арсенал им. М.В.Фрунзе», представитель фундаментальной науки – Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, вуз в лице Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, производственное предприятие, специализирующееся на разработке высокотехнологичных систем – ЗАО Специализированное конструкторское бюро «Орион». К числу первоочередных задач центра относится обеспечение органов управления:

- тематическими космическими снимками;
- научно-обоснованной методологией мониторинга и ситуационного управления на базе междисциплинарного подхода;
- комплексом новых информационных технологий поддержки принятия решений с использованием аэрокосмической информации;
- подготовленным персоналом.

Решение перечисленных задач базируется на имеющихся у участников НОЦ опыте и ресурсах в области разработки и внедрения современных интеллектуальных информационных технологий и систем аэрокосмического мониторинга. Применение этих результатов напрямую связано с одной из ключевых задач проекта МАКСМ - созданием единого интегрированного информационного ресурса для мониторинга потенциально опасных природных и технологических объектов на национальном и международном уровнях. Участники центра в настоящее время уже проводят совместные работы по данной тематике с организациями Белоруссии, Украины, Латвии.

Наибольший вклад Северо-западный центр аэрокосмического мониторинга может внести в решение следующих вопросов:

- Интеграция информационных ресурсов МАКСМ на базе единой интеллектуальной платформы проектирования и сопровождения систем мониторинга потенциально опасных объектов и процессов.
- Интеграция международных и национальных систем космического мониторинга, телекоммуникации и навигации на основе создания Grid-систем обмена информацией (совместно с организациями Украины и Китая).
- Обеспечение катастрофоустойчивости информационно-телекоммуникационных ресурсов МАКСМ.
- Требования к телекоммуникационным ресурсам МАКСМ, варианты их реализации на базе существующих и вновь разрабатываемых систем.
- Основные требования по организации эксплуатации, сопровождению и управлению развитием МАКСМ.

Междисциплинарные исследования и разработки по рассматриваемой тематике проводятся при финансовой поддержке РФФИ (гранты 11-08-

01016-а, 11-08-00767-а, 09-07-00066-а, 10-07-00311-а, 10-08-90027-Бел_а),
Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (проект
№О-2.3/03).

USING THE NORTHWESTERN CENTER FOR AEROSPACE MONITOR- ING POTENTIAL IN IGMASS PROJECT

V. I. Khimenko*

Doctor of Engineering Science, professor
Honored Worker of Science of Russian Federation
the first vice-rector

A. P. Kovalev**

Doctor of Engineering Science, Professor
Honored Worker of Science of Russian Federation
President

B. V. Sokolov***

Doctor of Engineering Science, professor
Honored Worker of Science of Russian Federation
deputy director

V. A. Zelentsov****

Doctor of Engineering Science Professor
Senior Research Fellow

M. Y. Ohtilev*****

Doctor of Engineering Science, professor
deputy chief designer

Russia, Saint-Petersburg

*Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

**Saint-Petersburg branch of RAKTs

***Saint-Petersburg Institute for Informatics and Automation (SPIIRAS)

****SDB «Orion»

The introduction of space technology is a complex and knowledge-intensive activity that requires high skills. Practice has shown us the need for those organizational forms of this activity that would link a fundamental character of ongoing developments with the simultaneous preparation of the necessary specialists. In this sense, the most effective way is to create space oriented research and educational centers (SEC) with the participation of scientific organizations, universities, and industrial organizations. SEC allows us to solve simultaneously three sets of tasks: research, production and commerce, and education.

Such center exists now in the Northwest region, it includes the leading space enterprise in the region – The Arsenal Design Bureau named after M. V. Frunze, Federal State Unitary Enterprise; a representative of basic science – The establishment of the Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of RAS; a university represented by the St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation; an industrial enterprise specializing in developing high-tech systems – Specialized Design Bureau «Orion». The priorities of the center are to provide government with:

- thematic satellite images;
- evidence-based methodology for monitoring and contingency management on the basis of an interdisciplinary approach;
- a complex of new information technologies to support decision-making with the use of space information;
- trained personnel.

The solution of these problems is based on the experience and resources that the SEC participants have in the development and introduction of modern intelligent information technologies and aerospace monitoring systems. The application of these results is related directly to one of the key objectives of the IGMASS project – creating a single, integrated information resource for the monitoring of potentially dangerous natural and technological facilities at the national and international levels. Participants of the center are now collaborating on this subject together with organizations from Belarus, Ukraine, Latvia.

The Northwest Center for Aerospace Monitoring can make a big contribution in solving the following issues:

- Integration of IGMASS information resources on the basis of a single intelligent platform of engineering and maintenance of the systems of monitoring potentially dangerous objects and processes.
- Integration of international and national systems of space monitoring, telecommunication and navigation based on Grid-exchange systems (in collaboration with organizations in Ukraine and China).
- Ensure disaster recovery of IGMASS information and telecommunication resources.
- Requirements for IGMASS telecommunication resources, options for their implementation on the basis of existing and newly developed systems.
- Basic requirements for organization of operation, maintenance and management of development of IGMASS.

Interdisciplinary research and development on the above topics are conducted with the financial support of RFBR (grants 11-08-01016-a, 11-08-00767-a, 09-07-00066-a, 10-07-00311-a, 8.10 - 90027-Bel_a), Department of Nanotechnology and Information Technologies (project number O-2.3/03).

**ПРИОРИТЕТНЫЕ ПРОЕКТЫ
УКРАИНСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ
В ОБЛАСТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ
И ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

О. П. Федоров
д-р физ.-мат. наук
директор

Украина, Киев
Институт космических исследований НАНУ-НКАУ

Одним из приоритетов космической программы Украины является создание системы спутникового наблюдения Земли и геофизического мониторинга СИЧ. В ближайшие годы планируются подготовка и запуск КА серии СИЧ, а также модернизация наземной инфраструктуры и создание информационной системы в интересах пользователей.

Приоритетными сферами использования данных аэрокосмических наблюдений определены:

- оценка воздействий на окружающую среду (в частности, загрязнения водных бассейнов и сдвиги почвы);
- мониторинг земных покровов (в частности, применения в интересах сельского и лесного хозяйства);
- информационная поддержка анализа рисков (в частности, в сфере наводнений и лесных пожаров);
- мониторинг Черного и Азовского морей;
- наблюдения за атмосферой и предсказания космической погоды.

Одним из приоритетных проектов научного раздела космической программы в области космической погоды является проект ИОНОСАТ. Его цель состоит в создании низкоорбитальной группировки микроспутников для изучения пространственных и временных вариаций ионосферной плазмы. Такие измерения обеспечат прогноз космической погоды на основе регулярных измерений, а также диагностику природных и техногенных бедствий.

Проект ИОНОСАТ предполагает решение следующих задач:

- научная и методологическая проработка проблемы эффективности использования ионосферной группировки для мониторинга космической погоды, соответствующие технологические разработки и испытания;
- систематическое изучение динамической реакции ионосферы на

воздействия «сверху» (солнечная и геомагнитная активность) и «снизу» (метеорологические, сейсмические и технологические процессы);

– совместное использование существующих подспутниковых полигонов и космической группировки;

– калибровка современных прогностических моделей спокойной и возмущенной ионосферы.

Учитывая эти задачи, проект ИОНОСАТ может быть предложен как вклад Украины в МАКСМ. Подготовительная стадия проекта включала в себя совместные работы украинских и российских ученых.

Реализация проекта предусматривает две стадии:

1. На базе одного КА МИКРОСАТ, который предполагается запустить на РН ЦИКЛОН-4 с бразильского космодрома Алькантара предположительно в 2013 году. На этой стадии планируется отработка космической платформы, научной аппаратуры и параметров орбиты для последующей реализации проекта в целом.

2. Разработка и осуществление в период 2013 – 2017 гг. проекта ИОНОСАТ как космической системы, включающей три космических аппарата.

UKRAINIAN PRIORITIES IN SATELLITE OBSERVATION AND GEOPHYSICAL MONITORING

O. Fedorov

doctor

director

Ukraine, Kiev

Space Research Institute, National Academy of Sciences & State Space Agency

Considering the priorities of Ukrainian space policy, principal goals of National Space Program of Ukraine the establishment of Ukrainian Earth monitoring system is under development. During next years preparation and launch of SICH EO satellite is planned as well as subsystem and services infrastructure is foreseen.

The priority areas of aerospace data utilization were defined:

– environmental stress with particular attention to risk of water pollution and landslides;

– land cover monitoring with particular attention to agricultural application and deforestation;

– informational support to risk management (particularly floods and forest fires);

- monitoring of Black and Azov Seas;
- monitoring of atmosphere and Space Weather (SW).

One of the priorities of the scientific part of Ukrainian Space program in the field of SW is IONOSAT project. The aim of the project is to create a LEO microsatellite cluster for spatial-temporal monitoring of fields and plasma parameters of ionosphere in order to provide the regular SW nowcasting and forecasting, as well as to realize the diagnostics of natural and man-caused disasters.

The following principal project tasks are outlined:

- scientific and methodological substantiation of the efficiency of the use of LEO satellites for SW monitoring, corresponding technological realization development and tests;
- systematic study of the dynamic response of the ionosphere to the influences «from above» (solar and geomagnetic activity) and “from below” (meteorological, seismic and technologic processes);
- synchronous operation of the existing sub-satellite electromagnetic and meteorological polygons;
- calibration of modern prognostic models of quiet and disturbed ionosphere.

With such considerations taken into account the IONOSAT project might be proposed for IGMAS Program. Preliminary stage of Project preparation has included close cooperation Ukrainian and Russian research institutions.

Implementation of the space experiment is planned in two stages:

1. On the base of single MICROSAT SV which has to be launched by Cyclone-4 rocket carrier from Alcântara launchpad (Brazil) tentatively in 2013. At this stage the SV platform, scientific payload and orbit configuration will be developed as prototypes for next further realisation of a complete project IONOSAT.
2. Developing and operation in 2013 – 2017 of the IONOSAT space system consisting of three SV at coordinated orbits.

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М. Ю. Найденов

заместитель начальника центра

Россия, г. Юбилейный Московской обл.
«НИИ КС имени А. А. Максимова» –
филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева»

Современное общество всё чаще сталкивается с проблемой обеспечения безопасности и защиты человека и окружающей среды от воздействия природных, техногенных и вредных факторов.

Катастрофы можно классифицировать по следующим видам: космических тел, в геосферах, в биосфере, социальные, техногенные, машин (автомобилей, космических аппаратов и т.п.). К основным техногенным катастрофам можно отнести: авиакатастрофы, взрывы, железнодорожные катастрофы, гидродинамическая авария, пожары, экологические катастрофы, ядерные аварии, аварии с выбросом химически опасных веществ, внезапное обрушение зданий и сооружений.

Как авария и катастрофа являются действием нескольких причин и совокупности неблагоприятных факторов, так и решение проблем требует системного и комплексного подхода. Нельзя выделить из двух главный путь или второстепенный – актуально и существенно всё.

Среди основных причин техногенных катастроф можно назвать взрывы. Нарастающая частота взрывных явлений разного происхождения и связанная с этим потенциальная угроза больших материальных и людских потерь заставляют с особым вниманием относиться к методам и способам оценки всего спектра последствий взрывных превращений.

Взрывы происходят из-за ошибки и просчета людей, присутствие ядовитых и горючих газов, избыточная концентрация взрывоопасной пыли, хранение старых боеприпасов, террористические акты. Из анализа базы данных об авариях техногенного или природного происхождения можно условно выделить несколько источников взрывных процессов:

- взрыв и детонация конденсированных твердых и жидких взрывчатых веществ (ВВ);
- взрывное горение жидких или газообразных горючих веществ в замкнутых объемах;

- взрывы пылевидных горючих материалов;
- горение расширяющихся паров вскипающих горючих жидкостей;
- взрывы неограниченных внешними оболочками горючих облаков;
- взрывы сосудов высокого давления с негорючим наполнителем;
- физические взрывы при быстром фазовом переходе перегретых жидкостей;
- самоускоряющиеся взрывные химические превращения;
- самоускоряющиеся ядерные взрывные реакции.

Понятие взрыва тесно связано с понятием энергии. В зависимости от источника энергии взрывы разделяют на физические и химические. При физическом взрыве нет выделения тепла (например, взрыв баллона со сжатым газом). При химическом взрыве высвобождается тепловая энергия в следствие химической реакции (атомный взрыв, взрыв ВВ, газовые и пылевые взрывы). Одна из самых основных опасностей при взрыве – возникновение динамического импульса в форме взрывной волны, приводящего к разрушению конструкций, оборудования, зданий и оказывающего поражающее действие на живые организмы.

Поражающее действие воздушных взрывных волн разделяется на первичное, которое связано с изменением давления в окружающей среде, и вторичное или побочное – удар осколками (разрыв стенок взорвавшегося аппарата, плохо закрепленные предметы и др.), перенос тела воздушной волной и последующий тормозящий удар. При этом, человек, как и все живые организмы, чувствителен к избыточному давлению в падающей и отраженной волнах, динамическому давлению, скорости повышения давления до пикового значения после прихода взрывной волны и длительности её действия. При этом поражаются те органы человека, которые отличаются меньшей плотностью живой ткани (легкие, барабанная перепонка, среднее ухо, гортань, трахеи, брюшная полость, нервные окончания спинного мозга и др.). В случае вторичного воздействия наиболее уязвимой частью тела оказывается голова. Кроме того, возможны повреждения других жизненно важных органов и переломы костей.

Существует два пути снижения числа техногенных катастроф и их последствий. Один путь – решение проблем при уже неизбежно надвигающейся катастрофе или произошедшей аварии. Для решения подобных глобальных или локальных проблем в «НИИ КС имени А. А. Максимова» – филиал ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева» выдвинута и реализуется идея Международной аэрокосмической системы мониторинга глобальных явлений (МАКСМ). Квалифицированная оценка происходящего, знание и предотвращение последствий, например, при взрывах; теоретическое и практическое изучение процессов при катастрофах и многое другое. Другой путь – воспитание подрастающего поколения со школы, закладывание ответственного от-

ношения к своему труду, понимания последствий непродуманных шагов; создание в профильных ВУЗах специальностей или расширение программы обучения и более глубокое получение знаний, усиление контроля за качеством образования; обучение и проверка персонала. В случае необходимости масштабного обучения (одновременный охват нескольких городов, краёв или всей страны) или ввода нового материала по обучению, специальности, когда имеется нехватка преподавательского состава необходимо использовать современные технологические достижения – дистанционное обучение (как составная часть проекта МАКСМ). Эта технология актуальна и в случае консультации или совещания для оперативного принятия решения. Немаловажное значение имеет повышение социального уровня жизни. Существенным фактором является разработка и создание новых проектов с учетом не только локального действия, но и с оглядкой воздействия на природу в масштабах страны.

REASONS AND CONSEQUENCES OF TECHNICALLY GENERATED CATASTROPHES IN THE MODERN WORLD

M. Y. Naydenov
Vice-Director

Russia, Moscow Region, Jubilejny
Maksimov Space Systems Research Institute –
Branch of Khrunichev State Research and Production Space Center

The modern society frequently faces the problem of providing security and protection of the human being and environment against natural impacts as well as technically generated hazardous factors.

Catastrophes can be classified as follows: of outer space bodies, in the geospheres, in the biosphere, the social, technically generated, machine (referring to cars, spacecrafts etc.). The main technically generated disasters include air crashes, explosions, railway crashes, hydrodynamic accidents, fires, environmental disasters, nuclear catastrophes, emergencies connected with emission of harmful chemicals, sudden collapses of buildings and structures.

Both the accident and catastrophe are caused by several reasons and a set of detrimental factors, thus, their elimination requires a comprehensive systematic approach

Technically generated catastrophes are largely caused by explosions. The increasing number of differently generated explosions and the associated potential

threat of huge amounts of casualties and material damages attach high attention to the methods and ways of evaluation of the whole range of explosion-generated consequences.

Explosions can be caused by the human factor, presence of poisonous and flammable gases, excessive concentration of explosive dust, old armament storage, terrorist acts. Several sources of explosion could be sorted out according to the analysis of the databases on technically generated and natural accidents:

- explosion and detonation of condensed solid and liquid explosives;
- explosion burning of liquid or gaseous flammable substances in limited spaces;
- explosions of dust-like flammable materials;
- burning of extending vapours of boiling flammable liquids;
- explosions of flammable clouds without outside limits;
- explosions of high pressure vessels with non-flammable filling;
- physical explosions at quick phase shift of overheated liquids;
- self-accelerating explosive chemical transformations;
- self-accelerating nuclear explosion processes.

The notion of explosion is closely connected with the term of energy. Depending on the source there are distinguished physical and chemical explosions. Physical explosion does not imply heat emission (for instance, explosion of a compressed gas tank). Chemical explosion implies emission of thermal energy as a result of chemical reaction (nuclear explosion, blast of explosives, gaseous and dusty explosions). Occurring the dynamic impulse in form of the blast wave leading to destruction of buildings, equipment and living organisms is one of the main explosion-generated dangers.

The damaging effect of air blast waves includes the primary action linked to changing pressure in the environment and the secondary or follow-up one – debris impact (destruction of an exploded machine sides, poorly fixed items etc.), body transfer by the blast wave with subsequent braking impact. Whereas the human being as well as other living organisms are sensitive to the excessive pressure in the falling or reflected waves, dynamic pressure, the speed of pressure increase up to the peak value after the blast wave impact and its duration. During the impact the human organs of lower living tissue density (lungs, eardrum, middle ear, larynx, abdominal cavity, nerve endings of spinal cord etc.) are affected. In case of secondary effect the head is the most vulnerable part of the body. Moreover, damage of other important organs and bone fractures are possible.

There are two ways of decreasing the number of technically generated catastrophes and their consequences. The first one is problem solution in front of an inevitable disaster or accident. In order to solve these global or local problems the Research Institute of Space Systems named after A. A. Maximov – subsidiary of the Federal State Unitary Enterprise Khrunivhev State Research and Production Center put forward and implemented the idea of the International Global Monitoring Aero-

space System (IGMASS). It provides high-profile evaluation of what happens, knowing and prevention of consequences, for instance, of explosions; theoretical and practical studying of catastrophe-associated processes etc. The other way is education of young people beginning from school, development of responsible behaviour; creation of university majors or expansion of academic curricula and deepening knowledge, more effective education quality control, training and monitoring of the staff. If there is a need in large-scale teaching (simultaneously encompassing several cities, regions, the whole state) or introduction of a new education material or major when there is a shortage of the academic staff it is necessary to use the modern technological achievements, namely, distance education (as an integral part of the IGMASS project). This technology is also relevant for counseling or negotiations concerning the operative decision making.

**«ОБУЧАЮЩАЯСЯ» ОРГАНИЗАЦИЯ –
ОСНОВА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Г. А. Коржавин

д-р техн. наук, профессор
генеральный директор

Россия, Санкт-Петербург
Открытое Акционерное Общество «Концерн «Гранит-Электрон»

Корпоративное знание является ключевым фактором повышения конкурентоспособности продукции. Постоянство и скорость обновления знания определяют инновационные свойства продукции.

Качественное управление корпоративными знаниями должно быть ориентировано на решение следующих задач организации образовательного процесса:

- формирование индивидуальной траектории обучения;
- организация свободного доступа к разнообразным внутренним и внешним источникам знаний;
- ускорение адаптации обучающихся к практической деятельности путем погружения их в технологические процессы реального проектирования;
- необходимость направленности обучения в процессе решения проектных задач, что обеспечивает генерацию новых знаний;
- организация непрерывного процесса обучения в соответствии с потребностями разработки новых проектов, актуализации новых видов деятельности и учёта динамики рынка.

Иначе говоря, современная промышленная компания должна быть «обучающейся» организацией.

ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» и Санкт-Петербургский Государственный Университет Аэрокосмического приборостроения (ГУАП) решают перечисленные задачи путем создания организационно-технологической структуры в форме объединенного научно-образовательного Центра, интегрирующего интеллектуальные, профессиональные, компетентностные, технологические, материальные и финансовые ресурсы партнеров. Основная задача Центра — повышение качества образования молодых специалистов на основе организации практико-ориентированного учебного процесса, макси-

мально приближенного к требованиям инновационной экономики, с одной стороны, и превращение Концерна в «обучающуюся» организацию, с другой стороны.

В основу организационно-технологической концепции Центра положена интеллектуальная технология многоагентных систем, позволяющая объединить уникальные современные стенды и испытательные модули Концерна с научно-исследовательскими лабораториями и специализированными аудиториями Университета в рамках единой распределенной интерактивной среды обучения и проектирования. Технологическая среда проектирования и обучения организована как многоцелевая распределенная система, интеллектуальным ядром которой является подсистема управления процессом обучения на базе инструментария динамических экспертных систем.

На основе методологии компетентностного подхода в задаче совмещения образовательного процесса и процессов научных исследований и реального проектирования партнёрами разработан метод отображения стратегии обучения и разработаны методики оценки и управления компетенциями специалистов и организаций. В основу метода отображения стратегии обучения организации положен инструментарий построения системы сбалансированных показателей, который позволяет отображать причинно-следственные связи целей на технологическом, финансовом, маркетинговом, процессном уровнях и качественно оценивать их достижение путем интерпретации количественных показателей. Использование метода отображения стратегии обучения и методик оценки компетенций существенно влияют на качество подготовки и переподготовки специалистов и на мобильность организационно-методического обеспечения образовательного процесса в «обучающейся» организации.

Разработанные организационные и технологические решения строго ориентированы на соответствующую нормативную документацию и на систему международных стандартов и могут быть тиражируемы любыми высшими учебными заведениями и промышленными предприятиями, решающими проблемы организации практико-ориентированных образовательных процессов и создания «обучающихся» организаций.

**«LEARNING» ORGANIZATION –
BASIS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT
OF INDUSTRIAL ENTERPRISE**

G. A. Korzhavin
Doctor, professor
General Director

Russia, Saint-Petersburg
Joint Stock Company «Concern «Granit-Electron»

Corporate knowledge is the key factor for increasing of products competitiveness. Constancy and rate of updating of the knowledge determine the innovative features of products.

Qualitative management of corporate knowledge should be oriented to the solution of the following tasks for organization of educational process:

- forming of individual trajectory of education;
- organization of free access to various internal and external sources of knowledge;
- acceleration of trainee's adaptation to practical activity by exposure to technological processes of real design;
- necessity of directing of education in the process of solving the design tasks, providing generation of new knowledge;
- organization of continuous educational process in accordance with requirements for development of new projects, actualization of new types of activity and taking into account the market dynamic.

In other words, modern industrial company should be a «learning» organization.

JSC «Concern «Granit-Electron» and Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (SUAI) resolve the above mentioned tasks by establishing the organizational technological structure in the form of united research and educational centre, which is integrating intellectual, professional, expertise, technological, material and financial resources of partners. The main task for the Centre – to increase the quality of education of young specialists on the basis of practice-oriented educational process, maximally close to the requirements of innovative economy, from one side, and turning the Concern into the «learning» organization, from the other side.

At the basis of organizational technological concept of the Centre the intel-

lectual technology of multi-agent systems is placed, which allows uniting the unique modern methods and testing modules from Concern with research laboratories and specialized classes in the frame of united distributed interactive training and design environment. Technological environment of design and training is organized as a multiobjective distributed system, which intellectual core is the subsystem for control of training process on the basis of dynamic expert systems' instrumentation.

Basing on methodology of expertise approach in the task for combining of training process with scientific research processes and real design, the partners developed the method of indication of training strategy and methods for evaluation and control of expertise of specialists and organizations. At the bottom of method for indication of training strategy the instrumentation is placed for development of system with balanced parameters, allowing indication of cause-effect relation of objectives at technological, finance, marketing and process levels and to carry out the qualitative evaluation of their achievement by interpreting the quantitative parameters. Implementation of method for indication of training strategy and methods for evaluation of expertise significantly affect the quality of training and re-training of specialists and the mobility of organizational and methodical provision of training process in the «learning» organization.

Developed organizational and technological solutions are strictly oriented to corresponding normative documentation and to system of international standards, and they may be replicated by any higher educational establishments and industrial enterprises, which are resolving the task of organization of practice-oriented educational processes and creation of «learning» organization.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В. А. Матьяш

канд. техн. наук, доцент

Заместитель директора института образовательных программ

Россия, Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения

Источником аэрокосмической информации являются системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), установленные на различных космических или летательных аппаратах. При современном дистанционном зондировании Земли используются сканирующие системы, которые регистрируют информацию об определенных свойствах объекта в цифровом виде.

Обработку изображений ДЗЗ традиционно разделяют на три этапа: [1]

- предварительная;
- дополнительная;
- тематическая.

На этапе предварительной обработки, как правило, производится распаковка изображений, радиометрическая и геометрическая коррекция, преобразование в заданную картографическую проекцию и оценка качества изображений (количество сбойных пикселей и площадь изображения в оптических диапазонах, закрытая облачностью). При дополнительной обработке осуществляется редактирование, конвертация и улучшение изображений.

На рассмотренных этапах применяются известные методы с хорошо исследованными свойствами, поэтому останавливаться на них не будем.

Тематическая обработка – это один из основных этапов в технологии обработки изображений ДЗЗ, основные задачи, которые здесь решаются – распознавания образов по изображению. Результатом является выделение объектов на изображении, разделенных на классы. Определение, что такое класс и каковы его признаки, зависит от решаемой задачи.

В настоящее время разработано и используется достаточно много методов и алгоритмов классификации при тематической обработке изображений ДЗЗ. Одним из них являются искусственные нейронные сети, которые сегодня находят все более широкое применение для решения этих задач.

Остановимся на их рассмотрении более подробно ниже.

Искусственная нейронная сеть представляет собой ориентированный граф с вершинами – нейронами, соединенными ребрами (связями). Каждый нейрон может принимать счетное число состояний, характеризующихся потенциалом нейрона – некоторым действительным числом. К нейрону подходят входные и выходные связи, по которым соответственно ему передаются возбуждения от одних на другие нейроны. [2, 3]

Принципиальным отличием нейронных сетей от классических программных моделей состоит в том, что обычные модели программируются, а нейронные сети обучаются. По способу обучения их условно разделяют на две основные группы: нейронные сети с обучением с учителем (априори имеются достоверные данные, на которых выполняется процесс обучения) и с обучением без учителя.

Для нейронных сетей с обучением с учителем, необходимо определить набор эталонных данных. Эталонами, применительно к задачам ДЗЗ, могут быть результаты замеров на местности, приведенные к нужному виду. Кроме этого, данные о спектральных свойствах объектов, можно получить в лаборатории или из библиотек спектральных кривых. В таком случае данные необходимо приводить к виду информации, получаемой из космоса, в зависимости от числа каналов прибора и диапазонов измерения, а так же с учетом функций отклика прибора. Кроме перечисленных методов доступны данные различных международных программ.

Нейронная сеть относится к обучению без учителя, если известны только входные вектора, и на их основе сеть учится давать наилучшие значения выходов. Что понимается под «наилучшими» – определяется алгоритмом обучения.

Независимо от используемой архитектуры нейронной сети и конкретной решаемой задачи параметрами настройки сети являются:

- вид функции активации;
- количество нейронов и слоев;
- время обучения (работы) сети или пороговое значение ошибки.

Кроме этих параметров, используется еще ряд параметров настройки, но они специфичны для разных архитектур сети, поэтому представим их ниже при рассмотрении разновидностей архитектур.

Каждая нейронная сеть характеризуется своей топологией: количеством входов и выходов, числом скрытых уровней (слоев между входными и выходными слоями), числом нейронов на каждом уровне. Среди большого разнообразия топологий искусственных нейронных сетей можно выделить две базовые архитектуры – слоистые и полносвязные сети:

Рассмотрим слоистую нейронную сеть на примере многослойного перцептрона, а полносвязную – на примере карт Кохоннена.

В случае многослойного перцептрона нейронная сеть состоит из про-

извольного количества слоев нейронов. Нейроны каждого слоя соединяются с нейронами предыдущего и последующего слоев по принципу «каждый с каждым». Первый слой называется сенсорным или входным, внутренние слои называются скрытыми или ассоциативными, последний – выходным или результативным. Количество нейронов в слоях может быть произвольным. Обычно во всех скрытых слоях одинаковое количество нейронов.

Пример многослойного перцептрона приведен на рис. 1. В данной конкретном примере приведен перцептрон с входным слоем, содержащим 2 нейрона, один скрытый слой (4 нейрона) и выходной слой (4 нейрона).

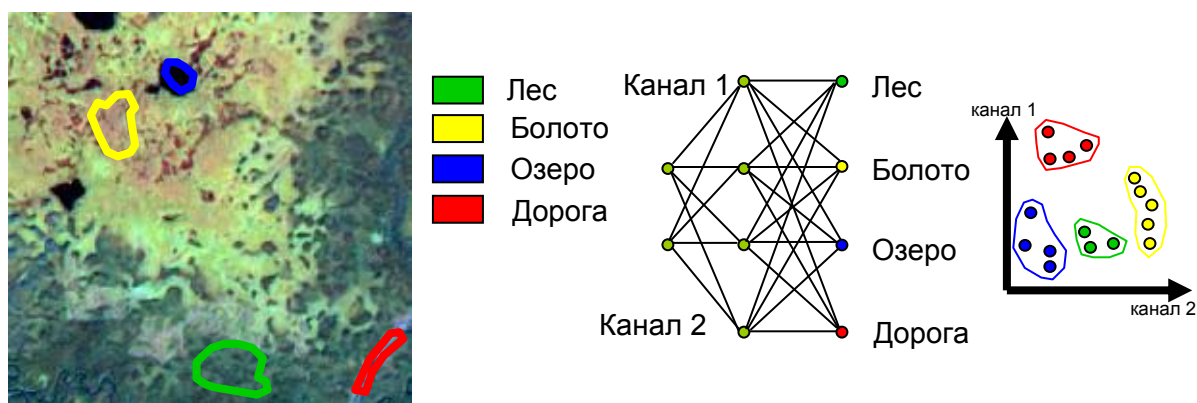


Рис. 1. Применение многослойного перцептрона для обработки ДЗЗ

Наиболее распространенным подходом является использование в качестве входных данных яркости пикселей в различных спектральных диапазонах (каналах). В этом случае, приведенный на рис. 1, количество входных нейронов соответствует количеству имеющихся каналов (здесь 2 канала), количество выходных нейронов соответствует количеству распознаваемых классов (здесь 4 класса). Количество итераций работы сети по распознаванию определяется числом пикселей в изображении. На каждой итерации активизируется (имеет самый высокий выходной сигнал) один выходной нейрон, указывающий, к какому классу относится анализируемый пиксель.

Имеются разработки, использующие в качестве входных данных для нейронной сети не яркости пикселей, а текстурные признаки. [5] В этом случае, изображение разбивается на смежные области малых размеров (10 – 15 пикселей по каждому измерению), покрывающие все изображение. Для каждой области рассчитываются текстурные признаки на основании яркости пикселей (средняя величина, дисперсия, минимальное и максимальное значение, количество переходов и т.п.). На вход нейронной сети подаются эти признаки, и производится классификация уже этих областей, а не отдельных пикселей.

Существует несколько подходов к организации обучения многослойного перцептрона. Проводились исследования применения многослойного перцептрона с различными вариантами обучения к обработке ДЗЗ. [4] Согласно

приводимым в [4] результатам доли корректно распознанных классов объектов на поверхности Земли в зависимости от примененных методов обучения колебались от 0% до 96%. Причем было отмечено, что есть определенные классы (лиственный и хвойный леса, пашни), которые корректно распознаются практически при всех методах обучения (87% – 100%), а для других этот показатель менялся в диапазоне, приведенном выше.

Карты Кохонена представляет собой сеть из двух слоев: входного и выходного. [3] Входные элементы предназначены только для того, чтобы распределять данные входного вектора между выходными элементами сети. Выходные элементы называются кластерными элементами. Так как число входных элементов соответствует размерности вводимых векторов, а каждый входной элемент связан со всеми кластерными элементами, общее число влияющих на кластерный элемент весовых значений тоже оказывается равным размерности входных векторов. Часто удобно интерпретировать весовые значения кластерного элемента как значения координат, описывающих позицию кластера в пространстве входных данных. Таким образом, устанавливается взаимнооднозначное соответствие между кластерным элементом и представляемыми им кластером в исходном пространстве признаков.

Кластерные элементы размещаются в виде одно- или двумерного массива, как показано на рис. 2. В коде обучения все элементы могут рассматриваться как претенденты на награды в виде учебных векторов. Когда на конкурс выставляется какой-либо учебный вектор, вычисляются расстояния (в смысле некоторой метрики) от него до всех кластерных элементов, и элемент, который находится к данному учебному вектору ближе всех, объявляется элементом-победителем. Для элемента-победителя выполняется корректировка весовых значений так, чтобы этот кластерный элемент стал к учебному вектору еще ближе. Обычно корректировка весовых значений выполняется и для элементов, близких к элементу-победителю, что приводит к самоорганизации нейронной сети и выявлению внутренней структуры многослойного изображения. Именно выявление этой структуры и является результатом обучения нейронной сети. Весовые значения элемента подлежат обновлению, если элемент лежит внутри круга заданного радиуса с центром в элементе-победителе. В ходе обучения радиус обычно постепенно уменьшается. Норма обучения ограничивает величину, на которую кластерный элемент может передвинуться по направлению к учебному вектору, и, подобно радиусу, норма обучения тоже со временем постепенно уменьшается.

Настраиваемые параметры карты Кохонена:

- скорость обучения с областью допустимых значений (0, 1);
- параметр функции окрестности, принимающий неотрицательные значения (на практике от 0 до 20).

Нейронные сети реализованы в ряде коммерческих программных средств обработки данных дистанционного зондирования Земли. Среди них наибольшее распространение получили:

- модуль Thematic Pro системы ScanEx Image Processor® 3.0;
- ENVI.

Модуль Thematic Pro, входящий в состав системы ScanEx Image Processor® 3.0, разработан отечественной компанией ScanEx и предназначен для тематической обработки данных дистанционного зондирования и их интерпретации и дешифровки с использованием самоорганизующихся карт Кохонена [6].

При определении нейрона-победителя в модуле Thematic Pro используются три меры (в скобках даны названия, используемые в программе):

- сумма модулей разностей между компонентами векторов (City Block);
- евклидово расстояние между векторами (Euclidean);
- угол между векторами (“спектральный угол”), вычисляемый как отношение скалярного произведения векторов к произведению их длин (Spectral Angle).

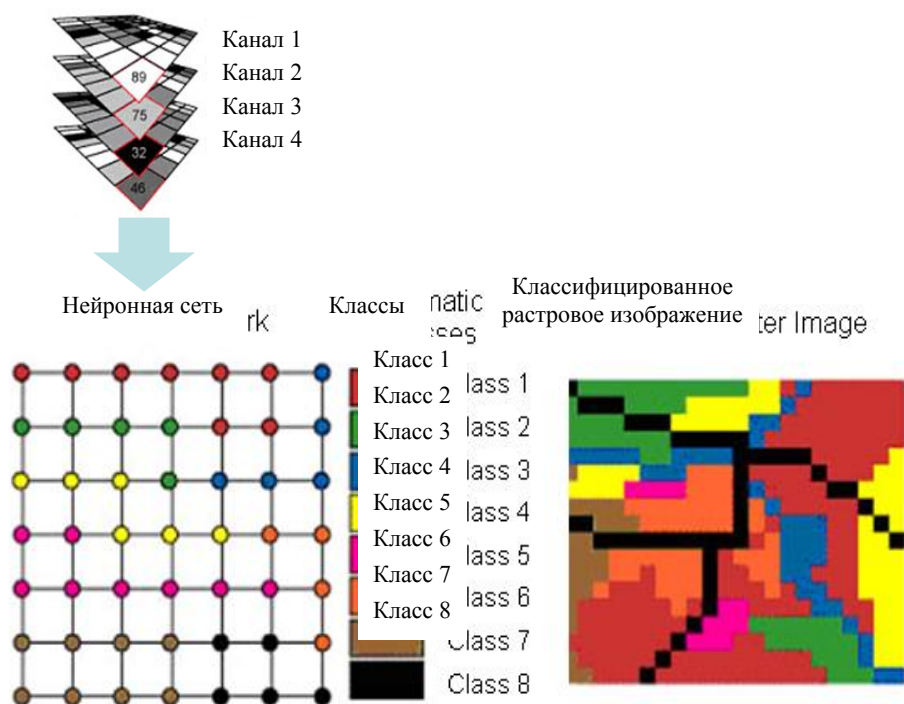


Рис. 2. Применение карты Кохонена для обработки ДЗЗ

Программный комплекс ENVI, разработанный компанией ITT Visual Information Solutions (США), является одним из программных продуктов для визуализации и обработки данных, который включает набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и её интеграции с данными ГИС.

В программном комплексе ENVI реализованы несколько модулей, осуществляющих тематическую обработку ДЗЗ, в том числе модуль Neural Network. Этот модуль использует стандартный алгоритм обратного распространения. В качестве функции активации может использоваться одна из сигмоидальных функций: рациональная сигмоида или гиперболический тангенс.

Кроме перечисленных коммерческих программных средств имеются достаточно большое разнообразие другого программного обеспечения, реализующего нейронные сети, применяемые, как правило, для экспериментов в научно-исследовательских целях. В том числе, нейронные сети можно реализовывать в пакете MatLab.

Существующие технологические решения процедур обработки данных ДЗЗ по-разному способны оперировать информационными признаками. Эксперт, проводящий обработку вручную, в равной степени использует все виды признаков – прямые и косвенные. Различные автоматизированные технологии обработки изображения без предварительного экспертного обучения отдают предпочтение прямым признакам (как правило, только спектральной плотности), используя остальные в меньшей степени. В варианте с предварительным обучением, автоматизированные процедуры способны оперировать существенно большим набором признаков, но в рамках достаточно жестких правил. Поэтому при изменении факторов окружающей среды, иногда даже очень незначительном, они могут привести к некорректным результатам. Технологии обработки данных ДЗЗ на базе нейронных сетей занимают промежуточную позицию между интерактивной обработкой и традиционным анализом изображения. Существующие нейронные технологии нуждаются в предварительном этапе экспертного обучения, что усложняет их по сравнению с другими способами обработки.

Типовым является случай, когда время, затраченное на обработку экспертом, занимает от нескольких дней до нескольких недель на один снимок. Автоматизированная и нейронная технологии позволяют сократить этот промежуток до нескольких часов, но нуждаются в последующей экспертной интерпретации и корректировке. Заметим, что для доведения результатов обработки до уровня эксперта при создании тематических карт путем автоматизированной и нейронной обработки обязательно потребуется заключительный этап экспертной интерпретации. [7]

Преимущества использования алгоритмов, базирующихся на работе нейронных сетей перед стандартными алгоритмами обработки данных ДЗЗ включают в себя большую устойчивость к изменению признакового пространства в пределах снимка (изменению обрабатываемой площади, масштабированию), меньшую требовательность к стандартизации изображения (углу солнца, атмосферному искажению), легкую воспроизводимость, дообучаемость в случае изменения или усложнения задач, простоту при дальнейшем использовании в качестве стандартов выделения тех или иных объектов, воз-

возможность обработки многозональных изображений и геометрически совмещенных «пачек» разновременных многозональных изображений.

К недостаткам указанных алгоритмов можно отнести отсутствие комплексного использования информационных признаков. Наибольшую проблему создает сильная зависимость результатов работы алгоритмов от начальных параметров настройки и качества обучающих данных и при этом не разработаны надежные и формализованные методики определения величин этих параметров и формирования обучающих данных. Имеются только рекомендации по определению величин отдельных параметров, приведенные выше, но они далеки от полного охвата всех необходимых параметров.

Литература

1. Данные дистанционного зондирования Земли,
URL:http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?table=Menu&id=14
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание /С. Хайкин; пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.
3. Калан, Р. Основные концепции нейронных сетей / Р. Калан; пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. 287 с.
4. Анализ применимости нейронных сетей для классификации спутниковых данных / С.В. Скакун, Е.В. Насуро, А.Н. Лавренюк, О.М. Куссуль // Проблемы управления и информатики, №2. 2007. С. 105-117.
5. Гольцев, А.Д. Нейронные сети с ансамблевой организацией / А.Д. Гольцев. Киев: Наукова думка, 2005. 199 с.
6. Программа обработки данных дистанционного зондирования Земли ScanEx Image Processor v.3.0. Модуль тематической интерпретации данных дистанционного зондирования Thematic Pro / ScanEx. М., 2008. 210 с.
7. Добрынин, Д. Возможности тематического дешифрирования ДДЗ с использованием искусственных нейронных сетей / Д. Добрынин, А. Савельев // ГИС-Обзорение, №1. 1999. С. 12-14.

USE OF NEURAL NETWORKS FOR THE EARTH REMOTE SENSING DATA PROCESSING

V. A. Matiyash

PhD in Technical sciences, docent

Vice-director of Institute of educational programs

Russia, Saint-Petersburg

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The Systems of the Earth remote sensing (ERS) installed in various spacecrafts and aircrafts represent a source of aerospace information. Modern ERS in-

clude scanning systems which register information concerning some certain properties of an object in digital form.

Traditionally ERS image processing is divided in 3 steps

- preliminary;
- additional;
- thematic.

The first two steps employ the well-known methods which are not under consideration. Thematic processing is one of the main technological steps; as a result objects are marked in images split into types depending on the given task.

Artificial neural network is one of classification algorithms for thematic processing of images. It represents oriented graphs with tops – neurons connected by ribs (links). Each neuron can have a calculated amount of states. A neuron is linked with others by input and output connections. Neutron networks could be learned by teacher or without him/her.

A teacher-based neural network should have a set of benchmarks based, for example, on in-situ measurements, spectral properties obtained in labs or data libraries.

A non-teacher neural network implies only input vectors on which it studies to give the best output values based on a learning algorithm.

Regardless its architecture each neural network has the following settings:

- the type of activation function;
- the amount of neurons and layers;
- the time of studying (work) or a threshold error value.

Each neural network is characterized by its topology: the number of inputs and outputs, hidden layers, amount of neutrons at each level. The main topological architectures are the multi-layer and completely connected networks. Self-organizing Kohonen maps are considered the example of the former one.

Neural networks are endorsed in a number of commercial software for processing the Earth remote sensing data. Among the most wide-spread are the following:

- thematic Pro ScanEx Image Processor® 3.0;
- ENVI.

Thematic Pro entering the system ScanEx Image Processor® 3.0 was developed by the Russian company ScanEx and designed for thematic processing of remote sensing data and their interpretation and decoding with a help of self-organizing Kohonen maps.

To define the winning neutron in Thematic Pro three measures are used:

- the sum of vector component difference (City Block);
- euclidian distance between vectors (Euclidean);
- inter-vector angle (spectral angle) calculated as a ratio of the scalar product of vectors and their length product (Spectral Angle).

The software ENVI worked out by the American company ITT Visual In-

formation Solutions is aimed at visualization and processing of data, it includes a set of tools for the whole processing cycle.

The software ENVI employs several modules for the Earth remote sensing data processing including Neural Network. This module uses the standard inverse distribution algorithm.

Moreover there is a variety of software applying neural networks, as a rule, for experiments in order to achieve research and scientific purposes. For example, the package MatLab.

The existing technological solutions for the Earth remote sensing data processing operate information features differently. The expert operator employs both direct and indirect features. As regards automatic technologies without preliminary expert studying they prefer the direct features. In case the possibility of learning the range of features involved in automated procedures is enlarged but still restricted, thus, it may lead to incorrect results. The technologies of the Earth remote sensing data processing based on neural networks occupy an intermediate position between the interactive processing and the traditional image analysis. Preliminary expert learning often complicates the procedure in comparison with the other processing methods. In any case the final step of expert interpretation is always required.

The advantages of the algorithms based on neural networks against the standards algorithms of the Earth remote sensing data processing include the stability to changes of an area under consideration, scaling; smaller requirements to image standardization (the Sun angle, atmospheric distortion); easy reproduction, learning openness; simplicity to use as a benchmark; possibility to process multi-zonal images and geometrically superimposed clusters.

The disadvantages could relate to the lack of comprehensive use of information features. The main problem is a strong dependence of algorithm work results on initial setting parameters and quality of studying data; so far there are no reliable and formalized methods to define values of these parameters and shaping data for learning, only recommendations are available.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

П. Ф. Зибров*

д-р техн. наук, профессор
декан факультета математики и информатики

В. И. Аникин**

д-р техн. наук
профессор кафедры «Прикладная информатика в экономике»,

О. В. Аникина**

старший преподаватель кафедры «Прикладная информатика в экономике»

Россия, г. Тольятти,

*Тольяттинский государственный университет

**Поволжский государственный университет сервиса

Предназначением любой технологии является получение заданного конечного результата и контроль точности его достижения. Процесс (в производстве, социальной сфере, информации) только тогда получает статус технологического, когда он заранее сформирован и спрогнозирован на известные конечные свойства продукта, средства и целенаправленные действия его получения.

Научно обоснованная технология характеризуется следующими признаками¹:

- разбиение процесса на взаимосвязанные процедуры;
- поэтапность процедур, направленных на достижение установленного результата;
- упорядоченность и однозначность регламентированных операций.

Применительно к информации как неотъемлемой характеристике проявления объектов окружающего мира информационные технологии представляют упорядоченную совокупность процессов и средств:

- переработки информации, то есть преобразования, отвечающего признакам, характеризующим технологию;
- получения информации, обладающей новыми качествами достаточ-

¹ О. В. Аникина, В. И. Аникин, П. Ф. Зибров. Технологии имитационного табличного моделирования численных алгоритмов: Монография. Тольятти: ТГУ, 2011. 150 с.

ными для аналитических выводов и принятия управленческих решений;

- хранения и передачи информации.

В общем случае технологии можно классифицировать по объекту, назначению и продолжительности во времени (рис. 1).



Рис. 1. Классификация групп технологий

Имитационное табличное моделирование (ИТМ) рассматривается как информационная технология проектирования в электронных таблицах алгоритмических объектов без написания программного кода на основе алгоритма решаемой задачи и представляет ряд основных процедур (рис. 2):

- *анализ предметной области*, включает операции структуризации словесного описания, постановки задачи, формулировки целей моделирования;

- *формализация задачи моделирования*, содержит операции задания входов, выходов и показателей эффективности, построение моделей «черного ящика» и причинно-следственных диаграмм, объявление переменных модели, построение математической модели, разработку или выбор алгоритма обработки данных;

- *создание имитационной табличной модели*, включает операции построения графа связей между ячейками, присвоения символических имен ячейкам и диапазонам, проектирование организационной структуры таблиц модели, реализацию алгоритма обработки данных, пользовательского интерфейса, тестирование и отладку модели;

- *анализ имитационной табличной модели*, содержит операции планирования модельного эксперимента, интерпретацию полученных результатов.

Перечисленные процедуры проектирования имитационной табличной модели могут итерационно повторяться, пока не будет получен результат, удовлетворяющий поставленной задаче и целям моделирования.

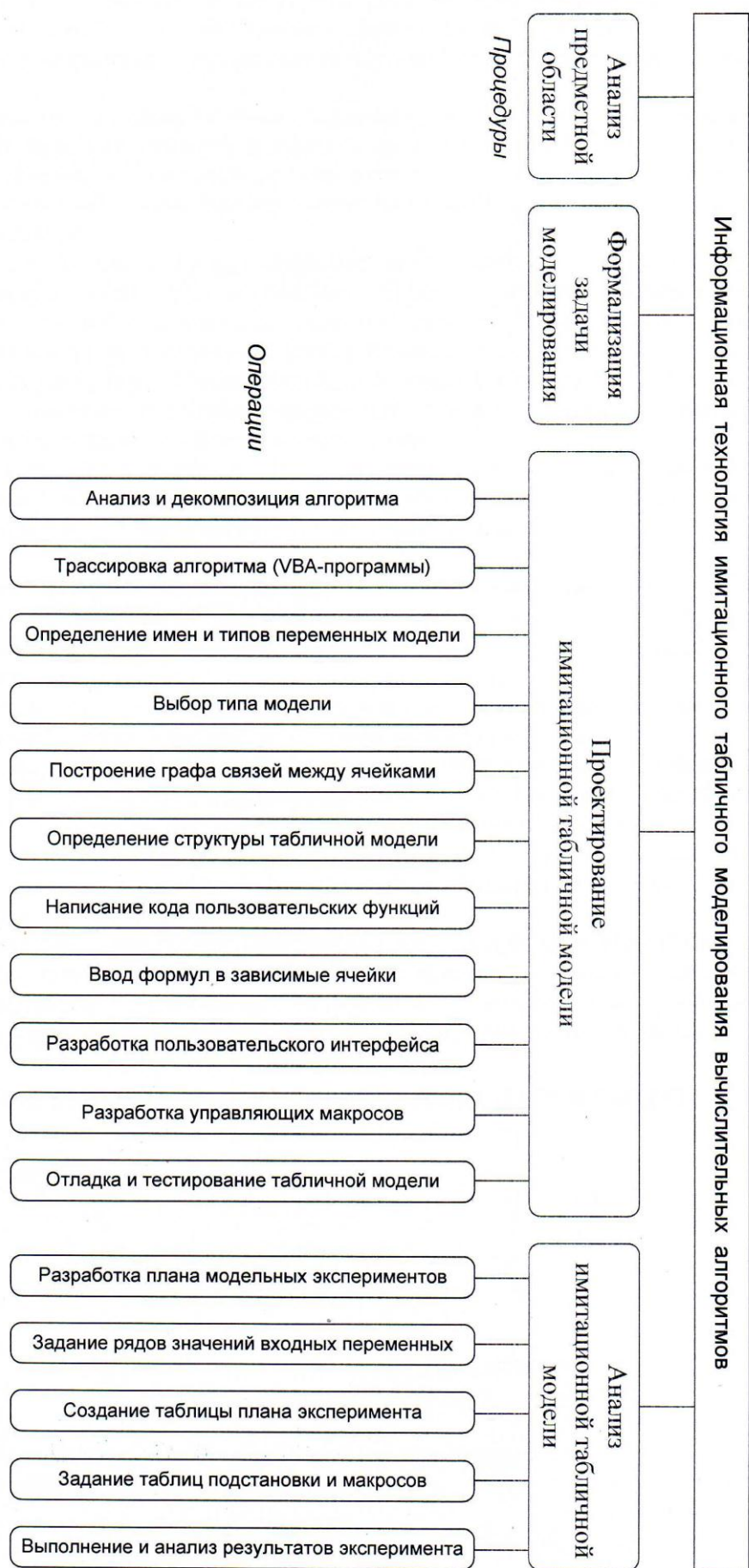


Рис. 2. Структура информационной технологии имитационного табличного моделирования алгоритмических объектов

Процедуры имитационной табличной модели объединяют операции (рис. 3):

- определение типа создаваемой имитационной табличной модели - алгоритмическая или итерационная;
- построение графа связей между ячейками;
- присвоение символических имен ячейкам и диапазонам;
- проектирование организационной структуры таблиц модели;
- табличная реализация алгоритма обработки данных;
- создание пользовательского интерфейса;
- тестирование и отладка созданной табличной модели.

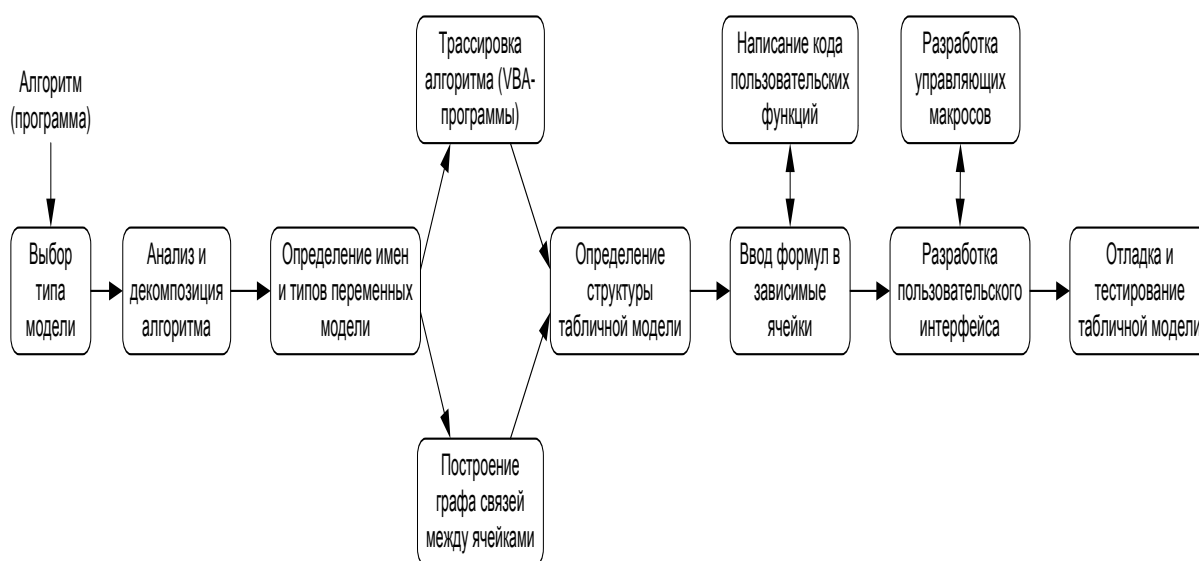


Рис. 3. Схема процедур технологического процесса проектирования имитационной табличной модели

Наиболее важными областями применения разработанной технологии имитационного табличного моделирования алгоритмов являются:

- визуализация информационной структуры алгоритмов (в том числе параллельных) и результатов вычислений в мощной графической среде табличного процессора;
- полное или фрагментарное имитационное моделирование, тестирование и отладка новых вычислительных алгоритмов с помощью электронных таблиц;
- интерпретация лабораторного практикума в учебных заведениях по дисциплинам математического, технического и экономического профилей;
- имитационное табличное моделирование систем и процессов в предметных областях.

В течение четырех лет проводился эксперимент с ЭТ Excel по созданию имитационных табличных моделей разных алгоритмов без написания

программного кода, по принципу «программирование без программирования». При необходимости допускалась разработка пользовательских функций (расширение арсенала встроенных функций Excel), а также простых управляющих макросов с целью обеспечения удобной работы с моделью.

В результате по технологии ИТМ, был реализован ряд имитационных табличных моделей алгебраических, функциональных и алгоритмических объектов:

- классических численных алгоритмов: интерполяции, нахождения корней нелинейных уравнений, оптимизации, численного дифференцирования и интегрирования, решения дифференциальных уравнений;
- алгебраических объектов вероятностной оценки количественных показателей участников электронных торгов;
- функциональных объектов динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями и их системами (начальная задача Коши);
- динамики развития малого предприятия;
- модели Вольтерра конкурирующего взаимодействия двух популяций;
- одномерных и двумерных клеточных автоматов: «Муравей Лэнгтона», «Автоволны», «Одномерная диффузия», семейства клеточных автоматов «1D-binary», «Generations», «Life», «Margolus», «Rules-Table», «Vote-for-Life», «Weighted-Life»;
- генетических и эволюционных алгоритмов;
- искусственных нейронных сетей прямого распространения на базе многослойных перцептронов и радиальных базисных функций, в табличном виде реализованы алгоритмы обучения нейронных сетей методами обратного распространения ошибки и *Delta Bar Delta*.

Технологии ИТМ успешно применяются в лабораторных практикумах по дисциплинам «Имитационное моделирование экономических процессов», «Интеллектуальные информационные системы», «Криптографическая защита информации» для студентов специальностей «Прикладная информатика (в экономике)» и «Организация и технология защиты информации».

В целом, результаты имитационного моделирования алгебраических, функциональных и алгоритмических объектов по разработанным технологиям изменяют представление о потенциальных возможностях инструментальных средств электронных таблиц как общедоступной и эффективной среды математического моделирования, позволяющих выработать общие принципы и эффективные подходы к решению различных производственных, исследовательских, инженерных и образовательных задач.

INFORMATION TECHNOLOGY OF SIMULATION MODELING

P. F. Zibrov*

Ph.D., Professor

Dean of the Faculty of Mathematics and Informatics

V. I. Anikin**

Ph.D.

Professor, Department of Applied Informatics in Economy

O. V. Anikina**

Senior Lecturer of the Department of Applied Informatics in Economy

Russia, Togliatti

*Togliatti State University

**Volga Region State University of Service

Purpose of any technology is to obtain a given final results and precision control to achieve it. Process (in manufacturing, social sphere, information) only acquires the status of technology, when he had already formed and predicted from the known end-product properties, tools, and targeted action to obtain this product. Scientifically based technology is characterized by the following features¹:

- decomposition process in the related procedures;
- stages of procedures aimed at achieving results;
- ordering and uniqueness of regulated operations.

With regard to information as an integral characteristic of the objects of the world information technologies represent an ordered set of processes and tools:

- information processing, i.e. the transformation corresponding attributes, characterizing the technology;
- obtaining of information, which has new qualities sufficient for the conclusions of analytic and decision-making;
- storage and transmission of information.

In general, the technology can be classified on the object, purpose and time duration (fig. 1).

¹ O.V.Anikina, V.I.Anikin, P.F.Zibrov. Technology of spreadsheet simulation modeling of numerical algorithms: a monograph. Togliatti: TSU, 2011. 150 p.

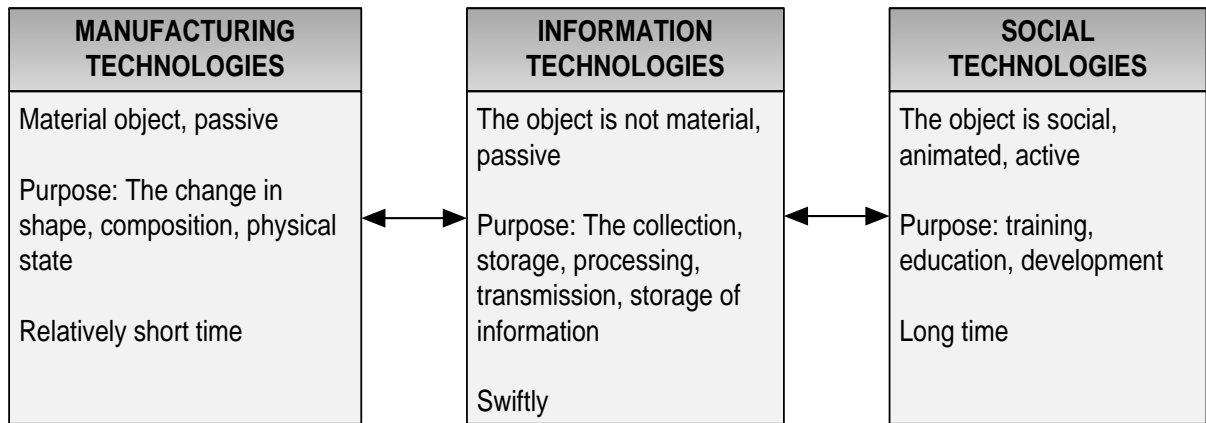


Fig. 1. Classification of groups of technologies

Spreadsheet simulation modeling (SSM) is regarded as information technology of designing the spreadsheet algorithmic objects, based on the problem algorithm, and represents a number of basic procedures:

- analysis of the subject area includes the operations of the structuring of the verbal description, goal-setting, formulation of the modeling purposes;
- formalization of the modeling problem contains the operations of inputs, outputs and performance indicators definition, building model of "black box" and cause-effect diagram, model variables declaration, mathematical model construction, development or selection of data processing algorithm;
- creating a simulation model includes the operations of constructing a graph of connections between cells, the assignment of symbolic names of cells and ranges, the design of the organizational structure of the spreadsheet model, the implementation of the algorithm of data processing, user interface, testing and debugging of the model;
- analysis of the spreadsheet simulation model contains the operations of model experiments planning, interpretation of results.

The above procedure of designing a spreadsheet simulation model can be iteratively repeated until the result is satisfying the goals and objectives of the simulation.

Procedures for the spreadsheet simulation model designing include operations (Fig. 2):

- identification of the spreadsheet simulation model type –algorithmic or iterative;
- construction of a graph of connections between cells;
- assignment of symbolic names of cells and ranges;
- designing the organizational structure of the spreadsheet model;
- spreadsheet implementation of data processing algorithm;
- creating a user interface;
- testing and debugging spreadsheet model created.

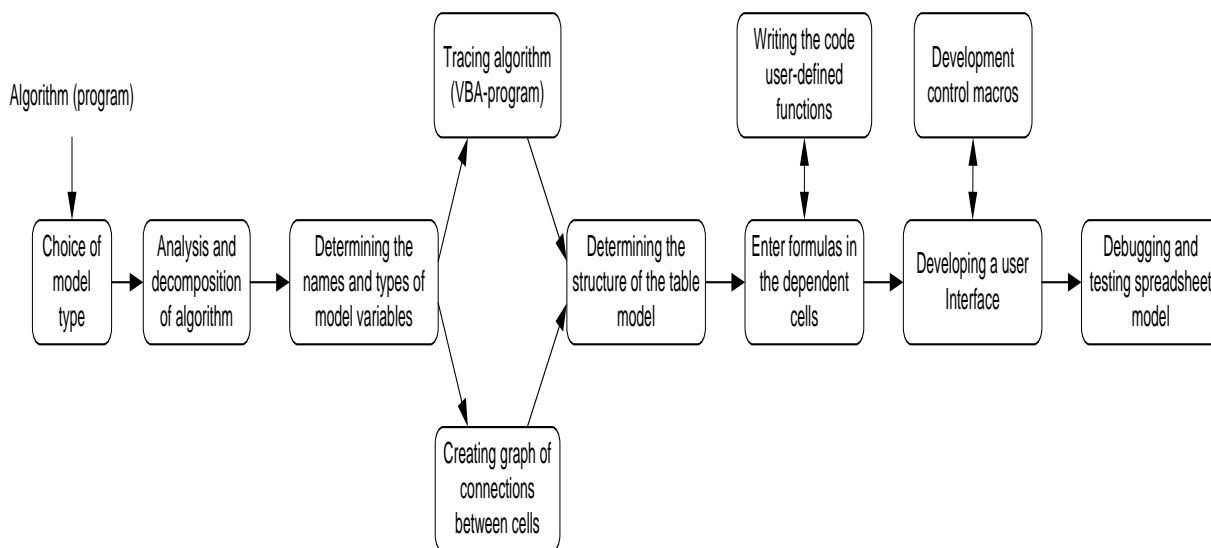


Fig. 2. Scheme of the procedures of designing a spreadsheet simulation model

The most important areas of application of the developed technology of spreadsheet simulation of algorithms are:

- visualization of the information structure of algorithms (including parallel) and the calculation results in a powerful graphical spreadsheet environment;
- complete or fragmentary simulation, testing and debugging of new computational algorithms using spreadsheets;
- implementation of laboratory courses in educational institutions in the disciplines of mathematical, technological and economic profiles;
- spreadsheet simulation modeling of the systems and processes in a different subject areas, etc.

During the 4 years we have been experimenting with MS Excel, making in it a different algorithms simulation models without having to write programs code on the principle of "programming without programming". If necessary, it was allowed to create a user-defined functions (expanding arsenal of built-in Excel functions), as well as a simple control macros (for the convenience of working with a model).

As a result, based on the technology of SSM, we have realized a simulation models set of algorithms of very different nature:

- classical numerical algorithms: interpolation, finding the roots of nonlinear equations, optimization, numerical differentiation and integration, the solution of differential equations, etc.;
- dynamical systems described by ordinary differential equations and their systems (the initial Cauchy problem);
- dynamics of the development of small enterprises;
- Volterra model of competing interactions between two populations;
- one- and two-dimensional cellular automata: «Langton's ant», «Auto

waves», «One-dimensional diffusion», a families of cellular automata «1D-binary», «Generations», «Life», «Margolus», «Rules-Table», «Vote-for-Life», «Weighted-Life» and others;

- genetic and evolutionary algorithms;
- artificial neural networks, based on multilayer perceptrons and radial basis functions, in spreadsheet form implemented neural network learning algorithms of backpropagation and Delta Bar Delta.

SSM technology has been used successfully in laboratory workshops in the disciplines «Simulation of economic processes», «Intellectual information systems», «Cryptographic protection of information» for the students in applied informatics and information security.

Overall, the results of spreadsheet simulation modeling of algorithms using developed technology have completely changed our understanding of the potential of existing and future spreadsheets as popular and effective medium of mathematical modeling, made it possible to develop common principles and effective approaches to solving a variety of industrial, research, engineering and educational problems by means of spreadsheets.