



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ИСТОЧНИКОВ

intra.gosniias.msk.ru/nic

№1 Январь 2002 г.

42-й год издания

- [США. Подготовка к первому полету ББС Х-45А](#)
- [Россия, ЮАР. Сотрудничество по программе боевого самолета "Супер Мираж"](#)
- [Франция. Предложения по перспективному УТС "Мираж 2000АТ"](#)
- [Южная Корея. Проблемы программы боевого вертолета АН-Х](#)
- [ЮАР. Система разработки и оценки электронного оборудования HADES для вертолетов](#)
- [США. Планы производства УР класса "воздух-поверхность" JASSM](#)
- [США. Прогресс в отношении создания боевых БЛА](#)
- [Канада. Разработка тренажера по отработке летчиками навыков посадки вертолета на палубу корабля](#)
- [Алжир. Сотрудничество с Россией и Чехией по приобретению авиационной техники](#)
- [Хроника](#)

США. Подготовка к первому полету ББС Х-45А

Продолжается подготовка к первому полету беспилотного боевого самолета (ББС) Х-45А фирмы Боинг (см. ЭИ, 2001, N5, с.2,3). В октябре 2001 г. должны были начаться испытания по рулению на малых скоростях на авиабазе ВВС Эдвардс (шт.Калифорния), а затем испытания на средних скоростях. Руководство программы Х-45А от ВВС заявило, что на данном этапе задача состоит в том, чтобы перейти к испытаниям по рулению на высоких скоростях. Но до их осуществления требуется провести корректировку программного обеспечения (ПО). ПО для испытаний по рулению на высоких скоростях должно быть пригодным для обслуживания действий на борту ББС в процессе его полета в случае непреднамеренного взлета ББС.

В испытаниях по рулению на малых скоростях предусматривалось достижение скоростей 37 км/ч и выполнение управления носовым колесом и функций торможения. В испытаниях на средних скоростях предполагалось достижение скоростей 150-165 км/ч. Скорость в момент отрыва носового колеса от ВПП при взлете, по расчетам, должна составить 277 км/ч.

В работе по программе, проводимой при поддержке Научно-исследовательской лаборатории ВВС AFRL (Air Force Research Laboratory) возникли проблемы в связи с комплексированием различных функций подсистем в системе управления ЛА. Но руководство программы придерживается оптимистических взглядов на положение дел, так как новых проблем пока не отмечается.

В качестве поддержки этапа испытаний в октябре 2001 г. намечалось начать полеты модифицированного самолета Т-33 на авиабазе Эдвардс. В конструкцию Т-33 включен вариант бортового электронного оборудования рассматриваемого ББС, хотя на Т-33 для него не предусматривается резервирование, как на Х-45. После взлета летчик может ввести в действие бортовое электронное оборудование и позволить функционировать оборудованию автоматического управления ЛА с тем, чтобы имитировать действия ББС Х-45. Т-33 позволит разработчикам выполнять полет по требуемому профилю, пользуясь макетом ББС, и

обнаруживать потенциальные проблемы, не подвергая риску сам ББС.

В дополнение к этому фирма Боинг и Управление перспективных разработок министерства обороны США DARPA уточняют проект усовершенствованного ББС Х-45В, его внешний вид и характеристики. Крупных изменений не ожидается, хотя возможны некоторые модификации в связи с тем, что такие программы, как бомба малого диаметра SDB (см. ЭИ, 2001, N43, с.4,5) массой 113 кг, в период первоначального проекта ББС не существовали и не могли рассматриваться в качестве вооружения. Полученный опыт также будет применен при создании нового ЛА. В число других вероятных изменений входят переход от одного к двум отсекам вооружения и характеристики низкого уровня заметности, которые, кроме компоновки планера, в значительной степени не принимались во внимание в базовом варианте.

Программа разработки ББС включает несколько этапов. Первый этап продлится до лета 2002 г. и завершится демонстрацией нескольких основных функций ББС. К ним относится сбор данных о местоположении РЛС ПВО противника через систему радиоэлектронного противодействия (РЭП) и затем получение изображения этой цели на экране индикатора бортовой РЛС с синтезированием апертуры, уплотнение полученной информации и ретрансляция ее на наземную станцию.

Проведение работ по полной программе демонстрации, содержащей пять запланированных этапов, ожидается до 2005 - 2006 гг. Повышение уровня сложности будет постепенным, конечная цель заключается в создании трех ЛА - двух Х-45А и одного Х-45В. Модель "А" потребуется модернизировать для проведения заключительных этапов испытаний. В случае потери одного из ЛА в аварии самолет Т-33 послужит для его замены.

Демонстрация постепенного изменения предполагает использование рассматриваемых ББС в таком мероприятии, как ежегодные маневры "Грин Флэг", где большое внимание уделяется радиоэлектронной борьбе (РЭБ).

Для испытаний ББС Х-45А специалисты разработали несколько процедур на случай отказа связи между наземной станцией и ББС. Первое, что должен сделать каждый из них, - это попытаться восстановить контакт на различных частотах. Если контакт не восстановится, ББС по заранее запрограммированному маршруту возвратится на базу. Планируются и другие варианты, в том числе подключение питания от аккумулятора для обеспечения безопасной посадки.

Первоначально ожидаются большие затраты времени на планирование боевой задачи ББС, так как потребуется определять все возможные варианты перехода на аварийный режим при возникновении неисправности. В конечном итоге предстоит добавить модуль программного обеспечения для варианта ББС, общего для ВМС и ВВС.

Aviation Week, 29/X 2001, p.97.



Россия, ЮАР. Сотрудничество по программе боевого самолета "Супер Мираж"

Российские организации "Рособоронэкспорт", им.Климова, "Вымпел", РСК "МиГ" объединились в группу с рядом фирм ЮАР, включая Армскор, Марволь, Аэрозюд и Денел Эйвиэйшн, для работы над этапом программы "Супер Мираж". Этот этап направлен на изготовление модернизированных и обновленных вариантов "Мираж 1" и "Мираж 3/5" семейства истребителей фирмы Дассо.

Первый этап программы начался в 1990 г. и закончился в 1997 г. успешным проведением программы летных испытаний, включая 74 вылета на самолетах "Мираж F1AZ" и 10 - на самолетах модели "Чита D2", прошедшей обновление и перевооружение в 1994-95 гг. К этому времени ВВС ЮАР утратили интерес к данной программе и заказали для себя истребители "Грипен" и реактивные УТС "Хок" у фирм SAAB и BAЕ Системз.

Второй этап программы был официально начат в сентябре 2000 г. на авиационной выставке "Эйрспэйс Дифенс Африка", где модернизированные самолеты демонстрировались посредством стендового показа. "Рособоронэкспорт" и отделение Марвотек фирмы Марволь объединились в группу для сбыта модернизированных самолетов. Они достигли соглашения с фирмой Аэрозюд относительно главных принципов кампании по сбыту, в которой участвующие стороны разделили зоны ответственности и распределили их

между своими потенциальными государствами-клиентами.

В качестве первого практического шага на втором этапе международная группа транспортировала самолет "Мираж F1AZ" с места его хранения в ЮАР в ЛИИ им.Громова в г.Жуковский под Москвой. Здесь в короткий срок была выполнена его сборка и приведение в состояние годности к полетам. Первый полет состоялся в августе 2001 г., и затем было выполнено 8 полетов, включая воздушный показ на российской авиационной выставке МАКС. Все полеты были выполнены летчиками ВВС ЮАР; это был первый зарубежный истребитель, который совершал полеты над базой в г.Жуковском, относившейся в прошлом к категории с грифом "совершенно секретно".

В настоящее время 16 стран являются эксплуатантами 500 истребителей "Мираж F1" и "Мираж-3", а также 200 "Мираж 5". "Рособоронэкспорт" полагает, что 300 из них составляют потенциальный рынок модернизации, включая 22, которые в настоящее время хранятся в ЮАР и для которых получено разрешение на продажу.

Фирма Аэрозюд сообщила, что если будет найден покупатель, партнеры могут изготовить начальную партию истребителей в 2003 г. Для них обеспечивается срок службы 15 лет до капитального ремонта.

Стоимость нового самолета "Супер Мираж" зависит от спецификаций и от заказов, поступающих от клиентов. Сообщается, что самолет, прошедший основательную модернизацию, может быть конкурентоспособным при цене каждого самолета от 10 до 15 млн долл., по сравнению с преysкурантной ценой самолета МиГ-29 СМТ2 от 30 до 35 млн долл. Стоимость нового самолета "Мираж 2000" вдвое превышает эту сумму.

Модернизация устаревающих самолетов "Мираж" может стать хорошим решением для стран с ограниченными бюджетами в Африке, Латинской Америке и на Ближнем Востоке. В последнем из указанных регионов истребители "Мираж F1" уже имеются в Иордании, Кувейте, Катаре, ОАЭ, Марокко, Ливии, Ираке и Иране. Значительное количество стран остаются эксплуатантами истребителей "Мираж 3/5", включая Бразилию, Аргентину и Египет.

Aviation International News, 5/XI 2001, p.32 (материалы выставки "Дубай-2001").



Франция. Предложения по перспективному УТС "Мираж 2000АТ"

Фирма Дассо представила предложения по перспективному учебно-тренировочному самолету (УТС) "Мираж 2000АТ", предназначенному для обучения летчиков работе с современными системами оружия в сложных тактических ситуациях.

Летчик-испытатель фирмы Дассо и консультант по международному сбыту К.Мартин, считает, что УТС "Мираж 2000АТ" появился в результате обзора и анализа, где рассматривались требования к обучению летчиков управлению истребителями с современными системами, включая системы электронной индикации в кабине экипажа по одновременной атаке нескольких целей и работе в режимах "воздух - воздух" и "воздух - поверхность".

Фирма Дассо предлагает увеличить время налета на УТС с высокими характеристиками для основной летной подготовки таких, как "Тукано" фирмы Эмбрайер, до перехода к самолету "Мираж 2000АТ". УТС с турбовинтовым двигателем (ТВД) предлагается использовать при обучении для получения летчиками начальных навыков управления самолетом, а "Мираж 2000АТ" - для обучения боевым полетам.

На самолете "Мираж 2000АТ" сохранятся система электронной индикации, органы управления и системы; предполагается снять РЛС, систему РЭБ и другое оборудование. Это снизит затраты на материально-техническое обеспечение на 20-25%, но тем не менее "Мираж 2000АТ" остается дорогостоящим самолетом. В противовес аргументу по стоимости фирма Дассо предлагает свой перспективный УТС Франции, Индии и ОАЭ, которые имеют обширные парки самолетов "Мираж 2000".

Основная часть экономии достигается за счет увеличения налета на УТС с ТВД и использования самолета "Мираж 2000АТ" для уменьшения объема оперативной подготовки на боевых самолетах и путем устранения сети материально-технического обеспечения самолетов для повышенной летной подготовки. По прогнозу фирмы Дассо, это снизит общие издержки на систему обучения.

Предусматривается использование аппаратуры распределения тактической информации "Линк 16" для передачи на самолет информации о цели для приведения в действие имитационной бортовой РЛС, что позволит обучить летчика атаке различных воздушных и наземных целей без расходов средств на обеспечение реальных целей. Обучение применению оружия также предполагается проводить посредством использования моделирования на борту ЛА. Инструктор, располагающийся на заднем сиденье самолета или на командном пункте через канал передачи данных управляет моделями тактических ситуаций.

К.Мартин заявил, что программы по имитации целей и оружия уже имеются на объектах фирмы Дассо, вследствие чего разработка самолета "Мираж 2000АТ" должна проходить с небольшими издержками, с малой степенью риска и займет около трех лет после получения заказа.

Flight International, 13-19/XI 2001, p.30.



Южная Корея. Проблемы программы боевого вертолета АН-Х

Программа разработки боевого вертолета АН-Х Южной Кореи (количество вертолетов - 36) находится под угрозой отмены в связи с финансовыми ограничениями. В программе на конкурсной основе принимают участие фирмы Боинг, предлагающая вертолет АН-64D "Апач Лонгбоу", Белл с АН-1Z "Кобра" и ВНТК им.В.И.Камова с Ка-52К. Решение по выбору вертолета должно было быть принято к концу 2001 г. Программа была выдвинута в начале 90-х гг. и несколько раз откладывалась, в результате чего армии Южной Кореи по-прежнему приходится довольствоваться устаревающими вертолетами АН-1 "Кобра" фирмы Белл.

В настоящее время появилась возможность возрождения программы вертолета АН-Х к 2004 г., хотя это будет зависеть от того, как армия Южной Кореи определит свое требование к новому многоцелевому разведывательному/боевому вертолету КМН (см. ЭИ, 1997, N1-2, с.3,4), предназначенному для замены вертолетов УН-1 фирмы Белл и MD 500 фирмы Макдоннел Дуглас.

Южнокорейская промышленность и министерство обороны обсуждают отказ от АН-Х в пользу вертолета КМН, ставится также вопрос о возможности разработки КМН без программы компенсации на АН-Х.

Южная Корея недавно увеличила требование компенсации за АН-Х с 30% до 50% под давлением со стороны промышленности, требующей расширения программы по передаче технологии для КМН.

Армия предусматривает варианты вертолета КМН общего назначения, разведывательный и ударный, на основе чего некоторые представители правительства Южной Кореи подвергают сомнению потребность в вертолете АН-Х. Против АН-Х действует также очевидное нежелание некоторых политиков открыто поддержать приобретение наступательной военной техники, такой, как ударные вертолеты, в условиях, когда делаются попытки улучшить отношения с КНДР.

Вертолет КМН, вероятно, будет двухдвигательным, с максимальной эксплуатационной массой около 6,8 т. Фирма Боинг предложила помощь в разработке вертолета в партнерстве с южнокорейской промышленностью, если она одержит победу в конкурсе по АН-Х. Полагают, что фирма Боинг рассмотрела вопрос о включении в КМН трансмиссии вертолета "Апач".

Фирма Белл рассмотрела вариант с поворотными винтами, а также военизированный вариант гражданского вертолета Белл 427. Фирма работает также над новым вертолетом, известным под названием "Феникс", который она собирается предложить в вариантах общего назначения и легком ударном/разведывательном.

Flight International, 27/XI-3/XII 2001, p.13.



ЮАР. Система разработки и оценки электронного оборудования HADES для вертолетов

Фирма Денел Эйвиэйшн впервые продемонстрировала свою систему по разработке и оценке бортового электронного оборудования HADES (Helicopter Avionics Development and Evaluation System) для вертолетов. Система выполнена для кабины вертолета SA 330 "Пума", но может использоваться и для других носителей. Фирма Денел определяет ее как "среду быстрого макетирования". Для ее работы не требуется обеспечивать полет вертолета: летчик сидит рядом со специалистами по разработке, и они рассматривают и обсуждают усовершенствования. Система обеспечивает такие преимущества, как безопасность, отсутствие потребности в расходе топлива и в затратах на техническое обслуживание и ремонт вертолетов.

Органы управления вертолетом подсоединены к устройствам электрической балансировки, таким как на вертолетах "Супер Пума" и "Кугар Mk 2". Это означает, что летчик испытывает реальные усилия на ручке управления, а также принимает информацию о положении руля и обнаружении пролета, поступающую на вычислители имитационного моделирования и автопилота. Вычислитель моделирования определяет вектор мгновенного состояния вертолета, используя нелинейную динамическую модель с 36 степенями свободы.

Фирма Денел утверждает, что область применения системы HADES включает оценку действий летчика в кабине, эргономики кабины и отработку приемов, использующихся при летных испытаниях. Полагают, что для нее имеется значительный рынок сбыта. Несмотря на то, что система HADES разработана на основе вертолета "Пума", она пригодна и для применения на других вертолетах, например, "Чинук" или Ми-8. Следующим шагом станет использование HADES для отображения окружающей среды, когда летчики пользуются очками ночного видения. Считается, что в таких условиях нагрузка на экипаж очень высока, и он имеет более узкое поле зрения. Это означает, что жизненно важное значение для членов экипажа имеет способ взаимодействия друг с другом и с системами вертолета. Система HADES поможет оптимизировать взаимодействие. В настоящее время ведется активная работа над расширением поля зрения очков ночного видения.

Flight Daily News, 5/XI 2001, p.18 (материалы выставки "Дубай-2001").



США. Планы производства УР класса "воздух-поверхность" JASSM

Для управляемой ракеты класса "воздух - поверхность" JASSM фирмы Локхид Мартин (см. ЭИ, 1998, N35-36, с.5) ожидается получение разрешения для ВВС США на переход к этапу начального серийного производства в замедленных темпах (LRIP) после завершения доводочных испытаний. ВМС США повторно присоединились к программе и в 2003 г. начнут комплексовать это оружие с самолетом F/A-18E/F.

В ноябре 2001 г. было выполнено шестое испытание JASSM, что позволяет Совету по приобретению систем оружия при министерстве обороны (МО) выполнить обзор и принять решение относительно LRIP. ВВС запросили 76 ракет на 2002 фин. г., но в связи с предлагаемой конгрессом США поправкой, предусматривающей дополнительные ассигнования на оружие с точным наведением на сумму 500 млн долл., количество ракет увеличится до 95.

Вторая закупка 105 ракет на этапе LRIP запланирована на 2002-03 фин. г.; на 2004 г. запланировано серийное производство.

ВВС увеличили запланированное количество ракет, которые предстоит закупить, с 2400 до 4000; оно может быть еще увеличено, если ВВС сделают выбор в пользу разработки ракеты JASSM увеличенной дальности (JASSM-ER), составляющей 1120 км, для удовлетворения требования программы создания крылатой ракеты увеличенной дальности ERCM (ЭИ, 2001, N19-20, с.3,4). ВМС решили повторно присоединиться к программе с тем, чтобы приобрести ещё 700 ракет.

Предстоит комплексирование JASSM первоначально с самолетом B-52H, затем с B-2 и F-16 C/D и впоследствии - с B-1B. Фирма Локхид Мартин выполнила требуемую доработку, обеспечивающую повышение устойчивости ракеты к неблагоприятным внешним воздействиям.

Flight International, 27/XI-3/XII 2001, p.13.



США. Прогресс в отношении создания боевых БЛА

Армия США утверждает о достижении успехов в работах по созданию боевого БЛА после проведения в октябре 2001 г. испытаний, в котором с БЛА QH-50 были выполнены пуски управляемой ракеты с лазерным наведением AGM-114 "Хелфайр". Был проведен пуск четырех ракет AGM-114, включая один пуск, в котором БЛА предварительно пролетел 3,2 км и затем по команде оператора системы дистанционного управления успешно поразил свою цель.

На следующем этапе разработки армия планирует применить на БЛА ПТУР средней дальности "Джевелин", что обеспечит возможность автономного наведения УР после пуска без лазерного целеуказания. Если для программы будут выделены ассигнования, то армия, возможно, сможет провести пуски ракет "Джевелин" с БЛА QH-50 в 2001-02 фин.г.

Армия надеется также провести по отдельной программе в текущем фин.г. испытательные пуски самонаводящегося противотанкового суббоеприпаса ВАТ фирмы Нортроп Грумман с БЛА самолетного типа RQ-5 "Хантер" фирмы TRW. Армия пока проводит исследования на начальных этапах и по сравнению с ВМС и ВВС США, она отстала в программе по вооружению БЛА (ВВС уже обеспечили использование вооруженного БЛА "Предейтор" в операциях США в Афганистане).

Командование армии сообщило, что не намерено использовать БЛА QH-50 в боевых действиях, но выбрало его в качестве экспериментального ЛА, так как он использовался в последние годы в качестве летающей мишени и в связи с этим рассматривался как БЛА одноразового применения.

Дополнительное преимущество испытаний с применением БЛА QH-50 заключается в том, что он согласно своему проекту предназначался для развертывания с полезной нагрузкой, в качестве которой должны были использоваться различные системы вооружения. Ранее он применялся как носитель торпед для ВМС. Как сообщили представители армии, максимальная масса полезной нагрузки этого БЛА - 453,5 кг, что значительно выше, чем у других используемых БЛА. Это дает возможность применять его как носитель управляемых ракет, пусковых установок и дополнительного оборудования.

Jane's Defence Weekly, 14/XI 2001, p. 8.



Канада. Разработка тренажера по отработке летчиками навыков посадки вертолета на палубу корабля

Фирма Атлантис Системз Интернэшнл заключила соглашение с министерством обороны (МО) Канады, которое позволит фирме продолжать разработку технологии тренажера по отработке посадки вертолета на палубу. Первоначальные работы по данной технологии проводились институтом военной и гражданской экологической медицины DCIEM (Defence and Civil Institute of Environmental Medicine) от Управления научно-исследовательскими работами МО.

Летчики традиционно проходят обучение по посадке вертолетов на палубу судна на море в ходе маневров. Вместе с тем для этого требуются значительные людские, финансовые и другие ресурсы. Так как запас ресурса для возможной ошибки небольшой, то у вооруженных сил Канады есть основания дополнить обучение на море недорогой наземной альтернативой в виде тренажера. Обучение летчиков в виртуальной обстановке, где ошибки не угрожают человеческой жизни и оборудованию, связано со значительными преимуществами.

Технология, разработанная институтом DCIEM, предполагает использование моделируемых визуальных, звуковых и двигательных ориентиров для имитации психофизиологических ощущений, возникающих у летчика при посадке на палубу непосредственно на море. Шлемное оборудование для создания виртуальной реальности и электронные приводы, обеспечивающие ощущение реального движения судна, дают имитацию килевой и бортовой качки корабля на море, линейного перемещения вдоль вертикальной оси, линейного перемещения вдоль продольной оси (толчков) и перемещения вдоль поперечной боковой оси (качения)

вертолета в полете.

Директор-распорядитель фирмы Атлантис Дж.Райт отметил, что партнерство, основанное на новой канадской технологии, станет благоприятным для фирмы Атлантис и для МО Канады. В дальнейшем МО поможет фирме, находящейся в процессе роста, добиваться успеха в осуществлении планов развития и поиска новых рынков сбыта.

Modern Simulation and Training, N 4, 2001, p.45.



Алжир. Сотрудничество с Россией и Чехией по приобретению авиационной техники

В 2001 г. ВВС Алжира получили новую авиационную технику из России и Чехии. Из России были поставлены 10 истребителей-бомбардировщиков Су-24. Еще 12 машин этого типа поступят на вооружение Алжира в 2002 г.

Ранее сообщалось, что контракт на поставку 22 самолетов Су-24 был подписан в феврале 2001 г. Стоимость сделки составляет 120 млн долл. Контрактом предусмотрено строительство в Алжире предприятия по ремонту авиатехники.

Ожидается, что в ближайшие годы Алжир закупит в России военную технику на сумму 2,5 млрд долл. Кроме того, Российский ВПК примет участие в модернизации систем оружия, ранее закупленного Алжиром в СССР. Военно-техническое сотрудничество позволит Алжиру получить средства для обеспечения безопасности страны и усиления антитеррористической борьбы.

Кроме того, в ближайшее время начнется поставка в Алжир из Чехии 17 дозвуковых самолетов типа L-39 "Альбатрос". Стоимость контракта составит 30 млн долл. В период с 1987 по 1989 г. ВВС Алжира уже получили 39 машин этого типа, которые могут использоваться как легкие штурмовики. В 1996 г. было поставлено семь UTC L-39S.

По сообщениям информационных агентств, 6/XII 2001



ХРОНИКА

Испания, Западная Европа. Министерство обороны Испании получило разрешение вложить 105 млн долл. в разработку западноевропейской управляемой ракеты класса "воздух - воздух" "Метеор". В число участников проекта ракеты уже вошли Франция, Швеция и Великобритания.

Aerospace International, Dec. 2001, p.8.

США. США отменили серию испытаний управляемых ракет, получившую название "Сан оф Стар Уорз" - "Сын Звездных Войн" на основании того, что они могут нарушить Договор о системах ПРО, заключенный в 1972 г.

Aerospace International, Dec. 2001, p.8.

США. ВМС США завершили доводочные испытания модернизированной противокорабельной управляемой ракеты "Гарпун" Блок 2 успешным испытательным пуском с военного корабля США "Декатур". Оружие Блок 2 включает усовершенствования, которые повышают его точность при использовании для поражения кораблей и береговых целей в прибрежной зоне.

Aerospace International, Dec.2001, p.8.

США. ВМС США в сентябре-октябре 2001 г. успешно провели испытания системы ИК-противодействия TADIRCM фирмы BAE Системз в Центре вооружения ВМС в Чайна-Лейк (шт.Калифорния). Испытания включали обнаружение управляемых ракет противника и постановку помех ракетам класса "воздух - воздух" и зенитным управляемым ракетам.

Aerospace International, Dec.2001, p.8.



Составитель О.В.Семичастный, Компьютерный набор А.А.Анисимова, Компьютерная верстка А.А.Анисимова.
Отпечатано с компьютерной версии, подготовленной для системы "Инtranет" автоматизированной службой научно-технической информации (АСНТИ).