



ЭКСПРЕСС-ИНФОРМАЦИЯ

АВИАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ПО МАТЕРИАЛАМ ЗАРУБЕЖНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ИСТОЧНИКОВ

intra.gosniias.msk.ru/nic

№14-15 Апрель 2003 г.

43-й год издания

- [США. Программа летных испытаний ударного истребителя F-35](#)
- [США. Отказ министерства обороны от программы ББС X-45В в пользу разработки ББС большей дальности действия](#)
- [ЮАР. Модернизация российского боевого вертолета Ми-24](#)
- [Великобритания. РЛС с синтезированием апертуры повышенной разрешающей способности для истребителя](#)
- [США. Авиацонная кампания в Ираке: проблема поражения движущихся целей](#)
- [Великобритания. Планы приобретения УР класса "воздух - поверхность" "Мейврик" AGM-65G2](#)
- [США. Испытания высокоточной бомбы МОАВ большой мощности](#)
- [Израиль. Модификация противоракеты "Эрроу 2"](#)
- [США. Выбор береговой охраной БЛА "Игл Ай"](#)
- [Израиль. Демонстрация буксируемой мишени "Х-Гард"](#)
- [Хроника](#)

США. Программа летных испытаний ударного истребителя F-35

Фирма Локхид Мартин планирует программу летных испытаний ударного истребителя F-35 продолжительностью 10 000 ч, которые должны начаться в августе 2005 г. Программа включает использование 14 самолетов в трех вариантах: с обычным взлетом и посадкой (ОВП, или STOL), с коротким взлетом и вертикальной посадкой (КВВП, или STOVL) и палубном (CV) в трех испытательных центрах и - впервые - согласование порядка проведения летных испытаний ВВС и ВМС США.

Принимая во внимание опыт этапа демонстрации концепции самолета F-35, новая рабочая группа вырабатывает общий порядок летных испытаний и процедуры сообщения о недостатках и неисправностях на объекте фирмы Локхид Мартин в Форт-Уэрте (шт. Техас), в испытательных центрах на авиабазе ВВС США Эдвардс (шт. Калифорния) и на авиабазе ВМС Патаксент Ривер (шт. Мэриленд). Заместитель директора по летным испытаниям самолета F-35 от фирмы Локхид Мартин Т. Филлипс заявил о желании группы "объединить все процедуры в один процесс, очевидный и ясный при переходе от одного объекта к другому".

Планы предусматривают полет первого экспериментального самолета А1 в Форт-Уэрте за два месяца до указанной в контракте даты - октября 2005 г., до отправки на базу Эдвардс. В работе над первыми двумя самолетами основное внимание будет уделяться характеристикам управляемости варианта с обычным взлетом и посадкой STOL; следующим этапом станут в 2006 - 2007 гг. испытания системы выполнения боевых задач и оружия с использованием трех самолетов. На эти пять самолетов варианта STOL придется 42% от всех предусмотренных графиком летных испытаний самолета F-35.

Следующим приступит к полетам вариант с коротким взлетом и вертикальной посадкой STOVL (с 2006 г.),

начиная с отработки вертикального движения самолетом В1. Хотя основной объем летных испытаний варианта STOVL предстоит провести на авиабазе Патаксент Ривер, фирма Локхид Мартин рассматривает вопрос о строительстве шахты для отработки висения в Форт-Уэрте. В1 и В2 получают конфигурацию самолетов, предназначенных для выполнения полетов в интересах проведения научно-исследовательских работ - определения летных характеристик, специфических для варианта STOVL. Испытания на раннем этапе на море на борту вертолетоносца ВМС США и авианосца ВМС Великобритании запланированы соответственно на середину 2007 и начало 2008 г. Один из этих двух самолетов с системой выполнения боевых задач предстоит использовать на конечном этапе испытаний в 2007 г. для пусков ракет в боевом снаряжении.

Испытания палубного варианта CV начнутся приблизительно в октябре 2006 г., с использованием пяти самолетов, на них уйдет около 1/3 полетного времени программы разработки самолета F-35. Первые испытания на море, проводимые ВМС США, начнутся в конце 2007 г.

Предстоит построить шесть образцов для статических испытаний на усталость и с нагрузкой, а также модель варианта STOL на опоре (шесте) и планер варианта CV для испытания на сброс. Запланирована серия комплексных эксплуатационных испытаний для каждого из трех блоков поэтапной разработки, начиная с варианта Блок 1 в мае 2009 г. и заканчивая вариантом Блок 3, обладающим полным диапазоном возможностей, в 2012 г.

Flight International, 4 - 10/III 2003, p. 14



США. Отказ министерства обороны от программы ББС Х-45В в пользу разработки ББС большей дальности действия

Министерство обороны (МО) США в очередной раз пересматривает свои планы разработки беспилотных боевых самолетов (ББС) и планирует отмену программы демонстрационного образца ББС Х-45В (ЭИ, 2002, № 46, с. 1, 2) в пользу боевой системы большей дальности действия, способной удовлетворить потребности ВВС и ВМС США. Такое решение, ориентируя фирму Боинг на доработку проекта Х-45С (см. ЭИ, 2003, № 11, с. 1), допускает одновременно возможность участия в этой работе фирм Нортроп Грумман и Локхид Мартин.

Фирма Боинг получила возможность начать доработку проекта ББС Х-45С, в котором при сохранении фюзеляжа ББС Х-45, соединенного с крылом конфигурации "летучая мышь" (bat-shape wing), предполагается увеличить дальность вдвое по сравнению с изъятым из разработки проектом ББС Х-45В. Решено продолжить совместную - с участием Управления перспективных разработок МО США (DARPA) и ВВС США - демонстрацию двух ББС меньших размеров Х-45А (см. ЭИ, 2003, № 7, с. 2), но 460 млн долл., выданные фирме Боинг в 2002 г. на разработку Х-45В как начальной версии боевой системы к 2008 г., предстоит передать теперь на работы по Х-45С. Фирма Боинг также сообщила ВМС краткую информацию о проекте Х-45С.

ВМС, как и ВВС, выдвигают требование увеличенной продолжительности полета; но поскольку увеличиваются размеры ББС, имеется опасность того, что они выйдут за пределы, обусловленные размерами имеющегося на авианосцах ВМС пространства.

Дж. Мюэлнер, вице-президент фирмы Боинг по системам для ВВС, сказал, что самым крупным компонентом ББС является его "центральная нервная система" и она определенно должна быть унифицированной. Требуется решить следующую проблему: определить, в какой мере возможно обеспечение дополнительной общности. Пока ВМС не определяют свои требования, невозможно описать облик ББС.

ВМС США стремятся сохранить конкуренцию в течение этапа ИВ программы ББС для ВМС UCAV-N - демонстрации совместимости с авианосцем. ВМС планируют финансировать как ББС Х-46 фирмы Боинг (см. ЭИ, 2001, № 40-41, с. 1), так и ББС Х-47В фирмы Нортроп Грумман (см. ЭИ, 2001, № 40-41, с. 1, 2). Представители промышленности отметили, что ВМС не желают принимать решение так быстро, как это сделали ВВС. Поскольку теперь ни разработка Х-45А, ни разработка Х-45В этому не препятствуют, ВВС заинтересованы в расширении конкуренции разработчиков и объединенный отдел руководства программой ищет пути к этому.

Пока не ясно, планирует ли фирма Нортроп Грумман в своей работе над Х-45С доработать так и не продемонстрировавшийся Х-47В в проект унифицированного по применению различными видами вооруженных

сил ББС или использовать какой-либо другой подход. Еще одним потенциальным конкурентом является фирма Локхид Мартин, которая была исключена из обеих программ DARPA и стремится теперь войти в число участников. В отношении фирмы Нортроп Грумман, тем временем, ожидалось, что она в марте 2003 г. осуществит полет своего демонстрационного образца ББС Х-47А "Пегас" (см. ЭИ, 2002, № 40, с. 1), изготовленного на собственные средства.

Flight International, 25/II - 3/III 2003, p. 8



ЮАР. Модернизация российского боевого вертолета Ми-24

Фирма Эдванст Текнолоджиз энд Энджиниринг (АТЕ) проводит модернизацию российского боевого вертолета Ми-24 по программе "Суперхайнд" Mk3. При этом масса вертолета снизится на 2000 кг для расширения возможностей полета в режиме следования рельефу местности.

Руководитель отделения вертолетов от фирмы АТЕ А. Маранта сообщил, что модернизация Mk3 включает датчик тепловизионной системы FLIR и очки ночного видения NVG, совместимые с кабиной экипажа, что даст вертолету Ми-24 возможность вести боевые действия ночью, а также новую ЭВМ обеспечения боевой задачи и навигационную систему, основанную на глобальной спутниковой навигационной системе GPS. Фирма АТЕ внедрила программируемую систему самообороны и систему слежения и балансировки лопастей несущего винта для снижения вибрации.

Вертолет также оснащен: турельной пушкой калибра 20 мм, разработанной в ЮАР, управляемой наשלемным визиром; ПТУР "Ингве" фирмы Кентрон; индикатором на лобовом стекле (ИЛС), который позволит летчику применять неуправляемое оружие во время ночных полетов; запросчиком системы опознавания "свой - чужой" (IFF). Внесены также изменения в навигационную систему и усовершенствовано прицельное оборудование передней части кабины, что позволяет стрелку помогать летчику во время ночных полетов.

Уменьшение массы пустого вертолета, как заявил А. Маранта, отражает внесение изменения в концепцию ведения боевых действий. По его словам, система принципов (в области Ми-24), которая была принята в прошлом, в советский период, предполагала наличие неподвижного крыла, и фирма изменила ее в направлении специализированного боевого вертолета. Для современных ударных вертолетов система принципов предусматривает наличие возможностей, а не наличие брони, поэтому тяжелое и устаревшее оборудование снимается, чтобы расширить возможности в режиме следования рельефу местности.

А. Маранта считает, что программа снижения массы предполагает не столько работу на конкретного заказчика, сколько общую модернизацию. Фирма также намеревается выступить с предложением о проведении работ над другими вертолетами MB3 им. М.Л. Миля, такими, как Ми-2 и Ми-17, а также над семейством вертолетов "Пума" фирмы Еврокоптер.

Flight International, 25 - 31/III 2003, p. 21



Великобритания. РЛС с синтезированием апертуры повышенной разрешающей способности для истребителя

Фирма ВАЕ Системз Эйвионикс продемонстрировала радиолокационные изображения с разрешающей способностью 1 м, полученные методом синтезирования апертуры (SAR) от РЛС истребителя с механическим сканированием антенны. Она приближается к этапу создания серийной системы, находясь от него на удалении одной итерации (шага цикла) проектирования.

Для улучшения разрешающей способности изображений в системе на принимающей стороне РЛС используется коммерческое стандартное оборудование обработки данных на основе кремниевой технологии элементной базы.

Фирма BAE, как утверждает ее директор по технологии Дж. Роулстон, продемонстрировала достижение разрешающей способности 1 м. Доработанная ("растянутая") система предложена как один из компонентов усовершенствований РЛС "Кэптор" истребителя "Тайфун" в рамках предложения по модернизации второго уровня. Система, вероятно, войдет в состав оборудования этого этапа и вызовет значительный интерес у потенциальных экспортных заказчиков самолета "Тайфун", так что затраты времени на работу над ней оправдались. Фирма самостоятельно финансировала разработку.

Фирма BAE усовершенствовала систему в 2002 г. и в настоящее время имеет опытный образец, установленный на плате, которая входит в имеющийся в РЛС блок обработки данных. Фирма применила систему в РЛС "Кэптор", установленной на экспериментальном самолете 1-11 фирмы BAE, в процессе летных испытаний, последнее из которых состоялось в декабре 2002 г.

Новая плата имеет такие же характеристики, как у серийного оборудования; разрешающая способность изображений повышена до 1 м по сравнению с разрешением 2¼2,5 м, продемонстрированным фирмой ранее.

До достижения состояния готовности системы к производству недостает, вероятно, одной итерации проектирования. После доработки приемных схем РЛС система может быть добавлена к РЛС без изменения требований к ее объему. Дж. Роулстон сообщил, что уже изготовлены СВЧ-схемы на арсениде галлия, но необходимо снизить стоимость элементов, выполненных на основе кремния, путем уменьшения количества кристаллов и замены материала подложки.

Дж. Роулстон считает, что использование программируемых логических матриц (ПЛМ) вместо интегральных схем приведет к снижению стоимости в целом. Кроме того, их внедрение означает также частичное решение проблемы устаревания, так как ПЛМ представляют собой универсальные наборы компонентов.

Flight International, 18 - 24/III 2003, p. 17



США. Авиационная кампания в Ираке: проблема поражения движущихся целей

Центральное командование США сообщило, что 3/4 из 800 полетов с выполнением задач по нанесению ударов в Ираке, осуществленных к 24 марта 2003 г., были связаны с поражением неплановых, внезапно обнаруженных целей, в основном в поддержку наземных войск. Общее количество полетов к концу первой недели превысило 6000, включая 1500 с пяти авианосцев ВМС США, при этом произведен пуск почти 700 крылатых ракет "Томагавк".

Нанесение точных ударов по неплановым, внезапно обнаруженным целям представляло трудную задачу. Многие цели являлись движущимися, что затрудняло применение оружия с наведением по сигналам от глобальной спутниковой навигационной системы GPS. Машины имеют меньшие размеры, чем здания, а такие неподвижные цели, как опорные пункты, также имеют тенденцию быть меньше, чем неподвижные стационарные объекты, относящиеся к инфраструктуре, и могут смешаться с гражданским населением, что повышает вероятность сопутствующих разрушений.

Проблемы целеуказания выдвинулись на первый план в связи со случайным попаданием бомб и управляемых ракет на территории Турции и Ирана; был также уничтожен автобус с гражданами Сирии, когда он проезжал через мост.

Источники от BBC Великобритании утверждают, что возможно высокоточное целеуказание подвижных целей. Одно средство заключается в определении (засечке) местоположения после того, как цель остановилась; альтернативой ему является использование лазерного наведения.

Лазерное наведение в более ранних конфликтах было неэффективным по причине неблагоприятных погодных условий и средств, затрудняющих ведение наблюдения на поле боя, таких, как дым. В Ираке на условия видимости оказывали неблагоприятное воздействие песчаные бури; также по распоряжению властей поджигались канавы, наполненные нефтью, в результате чего образовывался густой черный дым.

Хотя оружие с использованием системы GPS первоначально было менее точным по сравнению с аналогичным оружием с лазерным наведением, разрыв, как утверждают военные источники, стал сокращаться.

Имеется широкий диапазон датчиков для определения местоположения целей, начиная от бортовых, таких,

как размещенное на самолете E-8 оборудование объединенной радиолокационной системы наблюдения и атаки целей JSTARS для наблюдения в режиме "воздух - поверхность", и большое количество беспилотных ЛА, включая RQ-4 "Глоубал Хоук". В Ираке ближе к линии фронта выдвигались операторы передовых воздушных постов наведения, тогда как в артиллерийских подразделениях были РЛС для поиска целей и БЛА меньших размеров.

Характерной особенностью последней войны в Ираке стало централизованно-сетевое управление войсками, внедрение которого должно обеспечить более высококачественную и своевременную информацию для целеуказания.

Flight International, 1 - 7/IV 2003, p. 8



Великобритания. Планы приобретения УР класса "воздух - поверхность" "Мейврик" AGM-65G2

Великобритания заключила с фирмой Рейтеон контракт стоимостью 65,6 млн долл. на поставку управляемых ракет класса "воздух - поверхность" "Мейврик" AGM-65G2.

Контракт был выдан после возникновения проблем, с которыми столкнулись силы НАТО во время воздушной операции против Югославии в 1999 г. Вариант AGM-65G2 с ИК ГСН имеет радиус боевого применения от 2 до 25 км и оснащен осколочно-фугасной БЧ массой 136 кг. Стартовая масса ракеты составляет 370 кг. Обычно ударный самолет "Харриер" несет две ракеты "Мейврик".

Фирма Рейтеон подтвердила, что в декабре 2002 г. ею был получен заказ на производство ракет "Мейврик" AGM-65F2. Поставки этих ракет намечались на март 2003 г. Стоимость второго заказа и количество заказанных ракет не сообщаются. Предполагается, что новый вариант ракеты входит в число 170 систем, заказанных Великобританией на общую сумму более 780 млн долл.

Варианты УР "Мейврик" F2 и G2 сходны по конфигурации, компонентам и выполняемым функциям, они используют унифицированный самолетный интерфейс и аналогичные ГСН. Новый вариант G2 имеет устройство, предотвращающее незапланированное включение ракетного двигателя.

По сообщениям информационных агентств, 26/III 2003



США. Испытания высокоточной бомбы MOAB большой мощности

ВВС США провели испытательный пуск высокоточной бомбы MOAB (Massive Ordnance Air Blast) с мощной фугасной БЧ.

Испытания были проведены на полигоне авиабазы ВВС Эглин (шт. Флорида), пуск осуществлялся с военно-транспортного самолета C-130. Бомба MOAB имеет длину 9,2 м и диаметр 1,03 м, ее масса составляет 9800 кг, из которых 8170 кг приходится на взрывчатое вещество. Оружие наводится на цель при помощи глобальной спутниковой навигационной системы GPS и имеет круговую ошибку 13 м.

Бомба MOAB оснащена крыльями малого удлинения и четырьмя решетчатыми стабилизаторами больших размеров, которые входят в ее хвостовой комплект. Эти необычные, похожие на лопасти стабилизаторы позволяют бомбе планировать на большие расстояния и выполнять более точную корректировку полета. Стабилизаторы могут также снизить скорость оружия, если она очень высока, до таких значений, на которых становится возможным пуск боеприпасов.



Высокоточная бомба МОАВ.

Российские специалисты использовали решетчатые стабилизаторы на своих управляемых ракетах класса "поверхность - поверхность" СС-12, СС-20, СС-21 и СС-23, а также на ракете класса "воздух - воздух" Р-77 и баллистической ракете подводного пуска 92РЕ1.

МОАВ разработана для замены бомбы BLU-82 массой 6800 кг, которая использовалась во Вьетнаме, в войне против Ирака в 1991 г. и против туннельных комплексов в Афганистане.

Новое оружие может применяться для разрушений туннелей, проложения широких проходов в минных полях и проволочных заграждениях и для поражения живой силы противника в окопах.

Бомба МОАВ может сбрасываться с самолета специального назначения МС-130Н и военно-транспортного самолета С-17. В дальнейшем предполагается ее использование с бомбардировщиков В-52, В-1 и В-2.

ВВС израсходовали 1,5 млрд долл. на программу демонстрации бомбы МОАВ, которая началась с 2002 г., при этом стоимость каждой единицы оружия составляет 170 тыс. долл.

В рамках параллельной программы ВВС работают над оружием проникающего действия массой 13 600 кг, проектируемого по таким же принципам, как МОАВ. Оно получило название "Биг BLU" и предназначено для пуска с самолета В-2. Увеличенная масса сообщит ему более высокую пробивную способность для поражения подземных целей на большой глубине. В настоящее время ВВС используют GBU-28 массой 2270 кг и GBU-37 как самые крупные бронебойные бомбы.

Aviation Week, 17/III 2003, с. 33, 34

Jane's Defence Weekly, 19/III 2003, p. 7

Flight International, 18 - 24/III 2003, p. 18



Израиль. Модификация противоракеты "Эрроу 2"

Фирма Изрейел Эркафт Индастриз (IAI) модифицирует противоракету "Эрроу 2" (см. ЭИ, 2002, № 46, с. 4) для противодействия последней модели баллистической ракеты "Скад-Д" российского производства, состоящей на вооружении Сирии.

Израильские источники сообщают, что ракета "Скад-Д", которую Сирия приобрела у КНДР, имеет ускоритель, который отделяется от ее БЧ на конечном участке траектории. По этой причине приходится иметь дело с двумя отдельными целями, что может ввести в заблуждение оптико-электронный датчик для конечного участка траектории ракеты "Эрроу 2". В целях решения проблемы фирма IAI модифицирует программное обеспечение и аппаратное оборудование ракеты "Эрроу".

Параллельно с этим ВВС Израиля модернизируют свой ракетный испытательный полигон на авиабазе Пальмахим - в центре испытаний ракеты "Эрроу". База Пальмахим находится на средиземноморском побережье Израиля, на расстоянии 16 км к югу от Тель-Авива. Модернизация, оцениваемая в 180 млн долл., включает замену некоторых датчиков и модификацию системы связи на этом объекте.

Проводится также оценка строительства стартовой площадки морского базирования или других возможностей

расширения. Стартовая площадка морского базирования может находиться на искусственно созданном острове или на специально построенном доке.

Flight International, 11 - 17/III 2003, p. 22



США. Выбор береговой охраной БЛА "Игл Ай"

Береговая охрана США выступила в поддержку выбора БЛА с поворотными винтами "Игл Ай" фирмы Белл (см. ЭИ, 2002, № 46, с. 5, 6) по программе "Дипуотер", предложенной консорциумом комплексных систем береговой охраны (ICGS) фирм Нортроп Грумман/Локхид Мартин.

Береговая охрана США провела оценку подрядчиков и поставила БЛА с поворотными винтами фирмы Белл более высокую оценку, чем поставил консорциум ICGS. Такая же ситуация произошла и после того, как разработчики БЛА RQ-8A "Файр Скаут" (см. ЭИ, 2001, № 9, с. 5) представили свое предложение, где цена была значительно снижена. К числу других участников конкурса, потерпевших поражение, относятся БЛА CL-327 "Гардиен" фирмы Бомбардир, "Вижилян" фирмы SAIC и MARINER фирмы Сикорский.

Выбор БЛА зависел от его характеристик. БЛА "Игл Ай" имеет более высокую скорость - около 400 км/ч по сравнению с 222 км/ч БЛА RQ-8A, может вести поиск в более обширном районе и обеспечивает более высокое качество функционирования на большой высоте, где он должен находиться для передачи данных. БЛА выполнен на основе требований ВМС США к тактическому БЛА с вертикальным взлетом и посадкой с дальностью 200 км и продолжительностью полета 3 ч.

Еще одним критерием были характеристики управляемости на палубе. Использование береговой охраной США кораблей (катеров) меньших размеров означает требование приспособленности к более высокой по сравнению с потребностями ВМС США балльности моря (5 - 8 баллов). БЛА "Игл Ай" имеет четырехстоечное шасси и более низкий центр тяжести по сравнению с оснащенный полетом RQ-8A.

Flight International, 18 - 24/III 2003, p. 17



Израиль. Демонстрация буксируемой мишени "Х-Гард"

Фирма Рафаэль провела частичную демонстрацию своей волоконно-оптической буксируемой мишени "Х-Гард", предназначенной для противодействия управляемым ракетам класса "воздух - воздух" и ЗУР. Ожидается, что фирма полностью продемонстрирует свой проект не ранее июня 2003 г. на авиационной выставке в Ле-Бурже.

Руководство фирмы Рафаэль заявило, что мишень "Х-Гард" может защищать летательные аппараты там, где отказывают системы радиоэлектронного противодействия (РЭП), уже скомплексированные с ЛА. Системы РЭП современных ЛА не обеспечивают защиту от УР, оснащенных моноимпульсными радиолокационными ГСН.

Мишень "Х-Гард" может устанавливаться на обычных узлах подвески или внутри ЛА. Каждый ЛА имеет на борту две мишени (ложные цели). Они могут сбрасываться, когда ЛА приближается к участку, который подвергается массированному удару, или когда обнаруживается боевое средство противника, представляющее угрозу. В последнем случае информация о наиболее подходящем средстве противодействия передается на "Х-Гард" системой РЭП, находящейся на ЛА. Волоконно-оптическая связь с ЛА, как сообщает фирма Рафаэль, дает возможность обеспечить высокую точность в ходе ведения РЭП.

Мишень "Х-Гард" может применяться на борту военно-транспортных самолетов. В настоящее время мишень проходит летные испытания.

Flight International, 18 - 24/III 2003, p. 16



ХРОНИКА

США. Фирма Боинг получила подряд стоимостью 20,5 млн долл. на изготовление бортового оборудования, необходимого для модернизации вертолетов MH-47G Сил специального назначения США. Вертолеты предполагается использовать в качестве поддержки в процессе глобальной "войны с терроризмом".

Jane's Defence Weekly, 12/II 2003, p. 6

США. Фирма Локхид Мартин получила контракт стоимостью 100 млн долл. на ускорение производства усовершенствованного ЗРК "Патриот" PAC-3 для армии США. Контракт позволит в 2003 фин. г. изготовить дополнительно 12 ракет и довести их общее количество до 100 ед. Новый контракт означает, что фирма Локхид Мартин сможет на 9 мес. раньше запланированного срока начать поставки ракет по текущим заказам небольшими партиями.

По сообщениям информационных агентств, 28/III 2003



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