

4. Zakrzhevskii A. E. Slewing of Flexible Spacecraft with Minimal Relative Flexible Acceleration / Zakrzhevskii A. E // Journ. of Guidance, Control, and Dynamics. – 2008. – Vol. 31, No. 3. – P. 563–570.

*Надійшла до редколегії 03.01.2014 р.*

УДК 629.7.051

**Д. А. Литовченко**

*Государственное предприятие «Конструкторское бюро “Южное”  
имени М. К. Янгеля»*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ ПРИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПУСКОВ РКН**

**Розглянуто можливості сучасних інформаційних систем забезпечення метеоінформацією в застосуванні до завдань проектування та експлуатації РКН.**

*Ключові слова:* ракета космічного призначення, метеорологічне забезпечення, атмосфера, супутник, системи прогнозування.

**Рассмотрены возможности современных информационных систем обеспечения метеоинформацией применительно к задачам проектирования и эксплуатации РКН.**

*Ключевые слова:* ракета космического назначения, метеорологическое обеспечение, атмосфера, спутник, системы прогнозирования.

**Modern information systems possibilities of meteorological dates supply in application to the tasks of design and operation are considered.**

*Key words:* Integrated Launch Vehicle, meteorological support, atmosphere, satellite, forecast system.

**Введение.** При проектировании летательных аппаратов актуальными являются вопросы корректного задания атмосферных моделей, так как полет большинства из них начинается либо заканчивается в пределах плотных слоев атмосферы. Среди параметров, характеризующих возмущенные состояния атмосферы, имеются такие, которые влияют на выбор конструктивных параметров проектируемого летательного аппарата, например максимальные оценки характеристик ветра. Ряд других параметров, таких как распределение плотности воздуха по трассе полета и ветра в приземном слое, можно использовать при подготовке летательного аппарата перед стартом с целью улучшения его функциональных характеристик.

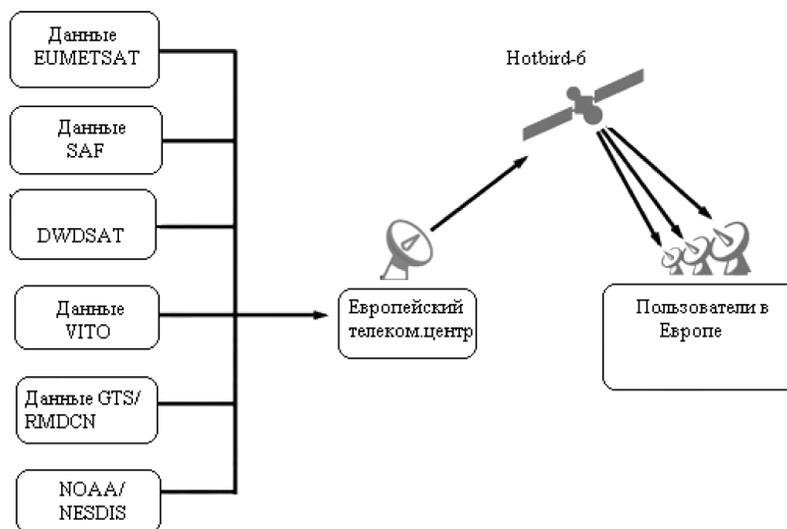
Для ряда конверсионных РКН первоочередным вопросом метеорологического обеспечения стал вопрос прогнозирования величины высотного ветра в плотных слоях атмосферы (примерно 3–20 км) и на высотах разделения ступеней (40–45 км), поскольку конструкция РКН, будучи конверсионной, обуславливает определенную ограниченность конструктивной прочности и эффективности органов управления.

В то же время при проектировании ряда изделий ракетно-космической техники для улучшения их технических характеристик закладывается возможность уточнения в процессе планирования пусков термодинамических параметров атмосферы, соответствующих географическому району и климатическому сезону применения этой техники.

Реалізація такої можливості сопряжена с необхідністю розробки локальних атмосферних моделей для цілого діапазона регіонів и кліматических сезонів застосування розробляваних изделий либо с визначенням поточного стану атмосфери в вибраному регіоні.

Для забезпечення рішення описаних задач запропонована розробка двох методик, одна из которых должна позволить осуществить прогноз погоды и возмущенного состояния атмосферы в выбранном районе, а вторая – оценить фактическое состояние в некоторый прошедший момент времени.

Использование метеорологических данных, получаемых от спутников, в настоящее время доступно в рамках проекта EUMETCast. Схема сбора и передачи данных через систему EUMETCast показана на рис. 1.



**Рис. 1. Схема сбора и передачи данных через систему EUMETCast**

Експлуатація розробляваної методики може дозволити вирішити наступні технічні проблеми, пов'язані з метеорологічним забезпеченням розробки і експлуатації изделий ракетно-космічної техніки:

- розробка математических моделей номінальних и возмущенних станів атмосфери різних районів земного шара;
- отримання даних о фактическому стані атмосфери в період експлуатації изделий РКТ.

На рис. 2 представлена блок-схема системи прийому и обробки даних, отриманих через EUMETCast.

Согласно результату аналізу потрібних апаратних засобів и умов надання сервісу можна виділити питання, які необхідно вирішити для використання сервісу надання метеоінформації EUMETCast в задачах метеозабезпечення пусків КРН:

- розробка и створення ресурсоемкого апаратно-програмного комплексу, здійснює прийом и обробку супутникової інформації, наприклад, с об'ємом передаваної інформації за 1 сутки приблизно 40 GB;
- отримання ліцензії на використання вихідних даних околo 10–20 тис. євро в рік для одного району.

Из технических вопросов, которые могут ограничить использование сервиса, можно выделить отсутствие данных на высотах более 30 км.

На протяжении последних десятилетий модели прогноза погоды утвердились как высокоэффективный способ в повседневной оперативной практике прогнозирующих центров многих стран мира. Их использование значительно ускоряет и

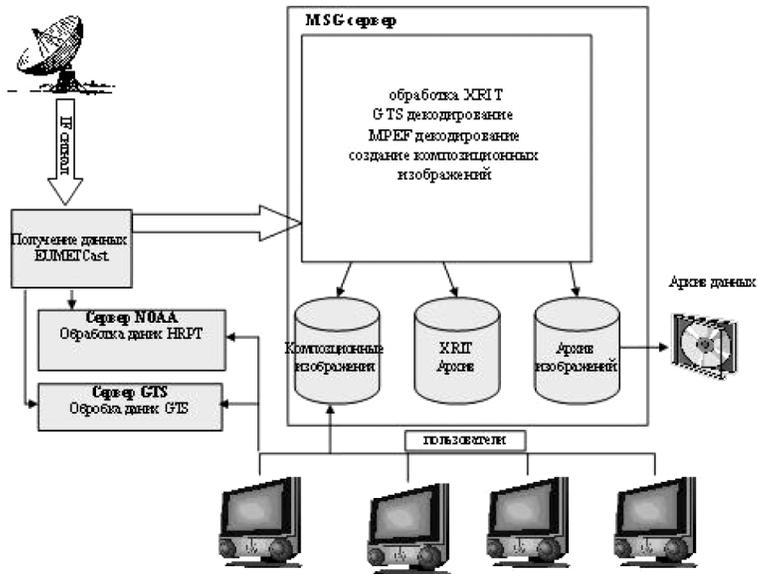


Рис. 2. Блок-схема системы приема и обработки данных, получаемых через EUMETSAT

упрощает процесс образования разнотипной информации для широкого круга использования.

Точность таких моделей, как правило, превышает точность синоптических прогнозов, особенно если речь идет об их пространственно-временной дискретизации. Несмотря на все преимущества численных моделей, их разработка и эксплуатация сопряжены с определенными трудностями, связанными с полнотой физических схем, упрощениями и математическими методами, которые в них используются, необходимостью в вычислительных ресурсах и, в случае использования эмпирических величин, – своеобразной территориально-географической ограниченностью в использовании.

Численные прогнозы в метеорологии активно развиваются в нескольких основных направлениях, которые охватывают как решение теоретических вопросов с широким использованием экспериментальных данных, так и включение в расчетные схемы новых видов наблюдений, улучшение использования уже существующих, оптимизацию вычислений на программном и аппаратном уровнях.

Анализ существующих глобальных систем прогнозирования показал, что использование результатов обработки метеоинформации глобальной атмосферной численной модели GFS позволит прогнозировать основные параметры состояния атмосферы в районе пуска РКН.

GFS (Global Forecast System) – трехмерная гидростатическая глобальная спектральная модель, которая эксплуатируется в оперативном режиме в Национальном центре прогнозирования состояния окружающей среды США (NCEP). Вычисления GFS состоят из двух этапов расчетов в течение 6-часового цикла (00, 06, 12, 18 UTC часов) – «ранний запуск», собственно GFS и «финальный запуск» GDAS:

- в реальном режиме времени «ранний запуск» GFS занимает интервал в течение примерно 3 часов после инициализации;
- цикл расчетов «финальный запуск» GDAS занимает интервал порядка 6 часов.

Суточный цикл эксплуатации GFS и GDAS показан на рис. 3.

На рис. 4 представлена блок-схема процесса эксплуатации GFS.

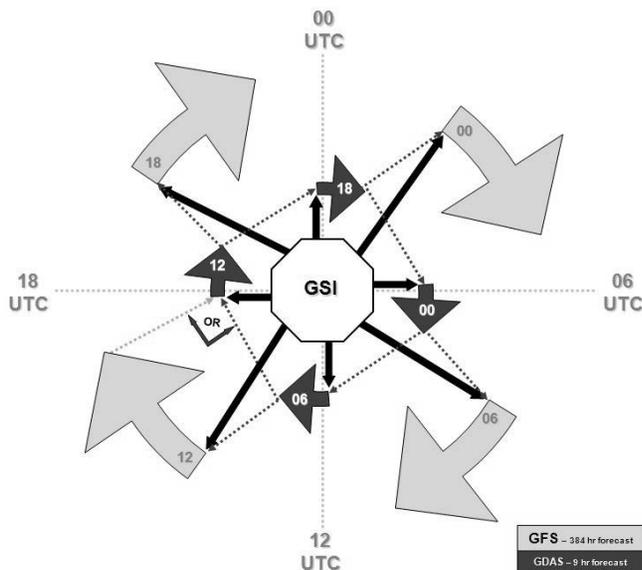


Рис. 3. Суточный цикл эксплуатации GFS и GDAS

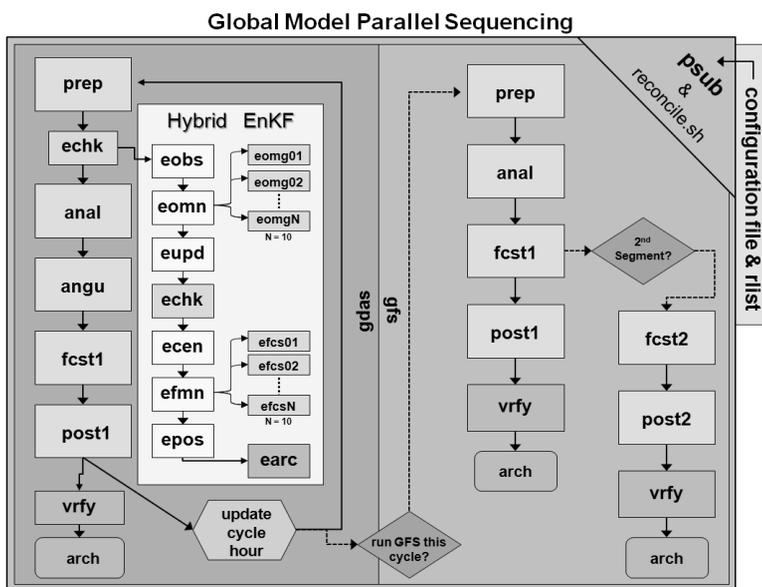


Рис. 4. Блок-схема процесса эксплуатации GFS

Аппаратное и программное обеспечение, которое предполагается использовать при выполнении работ по поддержанию работоспособности разрабатываемой системы:

- x86\_64, 12 процессоров Intel Xeon X5660, 24 Гб оперативной памяти, дисковый массив Raid5 объемом 20 Тб;
- операционная система – CentOS 6.2;
- компиляторы, установленные на платформе (в дополнение к системным gcc и gfortran): Intel Fortran, C/C++ v.9,10, G95 Fortran, Open64 Fortran, C/C++;
- скриптовый язык программирования общего назначения PHP;
- интерпретатор команд операционной системы Shell, с помощью которого выполняется управление функциями системы;
- мультипроцессорные вычисления – библиотека OpenMPI;
- постройка изображений – графический пакет GrADS.

Имеется ряд моментов, ограничивающих область возможных применений системы:

- ресурсоемкий аппаратно-программный комплекс, осуществляющий обработку метеоинформации (показан примерный перечень только для одного района);
- высокая стоимость лицензии на использование исходных данных – около 20 – 30 тыс. USD в год для одного района;
- остается открытым вопрос относительно осуществления прогноза на высотах (больших 30 км), а также точности предоставляемых прогнозов.

#### **Выводы**

1. Проведен анализ существующих систем прогнозирования и предоставления спутниковой метеоинформации.
2. Рассмотрены вопросы функционирования систем GFS и EUMETCast.
3. Осуществлен анализ программно-аппаратных средств, необходимых для использования в задачах метеообеспечения информации указанных систем.

#### **Библиографические ссылки**

1. Методические указания по проведению оперативных испытаний новых методов гидрометеорологических прогнозов / под ред. канд. геогр. наук А. И. Угрюмова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1977. – 103 с.
2. Recommendations for the verification and intercomparison of QPFs and PQPFs from Operational NWP Models // WMO TD. – 2009. – No. 1485. – 37 p.
3. Terrestrial environment (climatic) criteria handbook for use in aerospace vehicle development // NASA Technical Memorandum. – 1993. – No. 4511. – 455 p.

*Надійшла до редколегії 04.11.2014 р.*

УДК 629.78

**А. А. Манойленко**

*Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

### **ОЦЕНКА РАЗБРОСОВ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ НА МОМЕНТ РАЗДЕЛЕНИЯ СТУПЕНЕЙ**

**Розглянуто задачу оцінки величин розкидів висоти, швидкості та швидкісного напору на момент розділення ступенів ракети-носія, які обумовлені випадковим характером впливу збурюючих факторів.**

*Ключові слова:* ракета-носіє, розділення ступенів, розкид кінематичних параметрів.

**Рассматривается задача оценки величин разбросов высоты, скорости и скоростного напора на момент разделения ступеней ракеты-носителя, обусловленных случайным характером влияния возмущающих факторов.**

*Ключевые слова:* ракета-носитель, разделение ступеней, разброс кинематических параметров.

**The task of estimation of sizes of variations of height is examined, speed and speed pressure in the moment of division of the stages of rocket carrier, conditioned casual character of influence of revolting factors.**

*Key words:* carrier rocket, division of the stages, variation of kinematics parameters.

**Введение.** Рассматривается задача оценки величин разбросов высоты, скорости и скоростного напора на момент разделения I и II ступеней ракеты-носителя (РН) космического аппарата (КА), обусловленных случайным характером влияния возмущающих факторов.