

# ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ЭТАПАХ РАЗРАБОТКИ, РАЗВЁРТЫВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СРЕДСТВ

На этапах разработки, развёртывания и эксплуатации спутниковых систем и комплексов радиосвязи необходимо оперативно решать целый спектр организационно-технических задач, требующих достаточно мощной информационно-расчётной поддержки, в том числе в области баллистики, энергетики радиолиний, геоинформационных технологий.

Решение данных вопросов невозможно без использования современных программных комплексов, реализующих функции получения актуальной информации, её обработку и отображение в той форме, которая необходима для проведения ситуационного анализа и выработки решений. Программный комплекс «Спутниковые технологии» в полной мере соответствует требованиям решения поставленных задач.

**Программный комплекс «Спутниковые технологии», по сути, реализует функции ситуационного центра, позволяющего:**

- выдавать оперативную информацию по текущей ситуации в околоземном космическом пространстве;
- моделировать различные сценарии и ситуации с задействованием космического и наземного комплексов;
- проводить анализ тактико-технических характеристик спутниковых систем различного назначения;

- анализировать эффективность организационно-технических решений по применению спутниковых систем и комплексов, в том числе на этапе их разработки.

**Программный комплекс «Спутниковые технологии» обеспечивает:**

- ведение базы данных (частного каталога) по всем околоземным космическим объектам – искусственным спутникам Земли (ИСЗ);
- обновление базы данных ИСЗ по данным спутникового каталога NORAD, в том числе в online-режиме;
- ручной оперативный ввод в базу данных как одиночных космических аппаратов (КА), так и орбитальных группировок в режиме «Синтез орбитальной группировки правильной структуры»;
- документирование, анализ и графическое представление изменения всех основных параметров орбит ИСЗ в след-

ствии проведенных коррекций и действия возмущающих факторов;

- прогноз движения как одного, так и произвольной группировки ИСЗ на любых типах околоземных орбит на заданном временном интервале;
- отображение трасс движения ИСЗ и зон видимости на карте;
- отображение текущего положения, орбит или треков (следов движения) ИСЗ в пространстве в Абсолютной (звездной), Относительной (Гринвичской), орбитальной (точка наблюдения совмещается с положением ИСЗ) или топоцентрической системах координат;
- оперативный расчёт и отображение зон мгновенной доступности многоспутниковых систем с требуемой кратностью обслуживания на заданных углах места;
- расчёт и отображение гарантированной зоны обслуживания многоспутни-

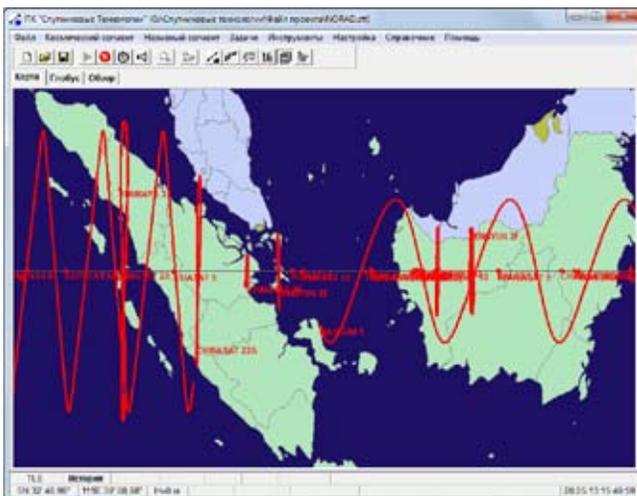


Рис. 1. Анализ ситуации на ГСО



Рис. 2. Ситуационный план организации радиоконтроля КА на ГСО

# SOFTWARE SYSTEM

## FOR DECISION SUPPORT IN DESIGN, DEPLOYMENT AND OPERATION OF SATELLITE SYSTEMS

- ковых систем с требуемой кратностью покрытия для заданной надёжности и на заданном временном интервале;
- ведение базы данных по наземным комплексам радиосвязи (координаты, параметры антенно-фидерных систем, характеристики приёмников и передатчиков);
- построение диаграмм уровня радиогоризонта в точке положения наземных комплексов (используются цифровые карты SRTM3 и встроенные цифровые карты радиоклиматических параметров БР МСЭ);
- оперативную оценку доступности спутниковой группировки из предполагаемого места развёртывания наземных комплексов с учётом местного радиогоризонта;
- оперативное отображение зон радиовидимости наземных комплексов при работе с КА на круговых орбитах;
- выдачу данных целеуказания (угол места и азимут) на ИСЗ, получение расчётных значений дальности, угловой скорости и ускорения изменения углового положения ИСЗ, доплеровского сдвига частоты для наземного пункта с заданными координатами и с привязкой по времени;
- оперативный расчёт и отображение в приборной (связанной с антенной

наземного комплекса) системе координат всех ИСЗ, попадающих в диаграмму направленности или находящихся в непосредственной близости от неё;

- энергетический расчёт и обоснование тактико-технических требований к аппаратуре межспутниковых линий радиосвязи;
- оперативное планирование зон покрытия бортовыми многолучевыми антеннами КА;
- анализ заявленных характеристик спутниковых систем на основе Международного информационного частотного циркуляра МСЭ (BR IFIC).

**Рассмотрим некоторые типовые примеры использования программного комплекса.**

На рис. 1 представлена текущая ситуация на геостационарной орбите (ГСО) на дуге 93–119 град в. д. Анализируется выборка по всем КА, с даты запуска которых прошло не более 15 лет. Хорошо видны дрейфующие спутники, спутники с высокой точностью удержания в заданной позиции и имеющие существенное наклонение орбиты.

К типовой задаче относится и оперативное отображение всех КА, находящихся в текущий момент времени в зоне радиовидимости наземного комплекса. На рис. 2 отображены две гипотетические станции

радиоконтроля, группировка геостационарных спутников, а также линии, указывающие на доступные КА из точки положения каждой станции радиоконтроля. Оперативная информация по текущим углам места и азимута на каждый КА отображается на экране.

На рис. 3 представлены результаты моделирования работы системы Orbcomm, в частности мгновенная зона обслуживания при требуемых углах места выше 10 град.

Известно, что услуги спутниковой навигационной системы Navstar при типовых условиях использования (четырёхкратное покрытие на углах места выше 7 град) доступны на 100% поверхности Земли. Ситуация принципиально меняется, если для решения специальных задач в целях обеспечения требуемой точности необходимо пятикратное покрытие на углах места выше 20 град (город, каньоны) с надёжностью не менее 99%. В этом случае, как видно из рис. 4, зона доступности услуги снижается практически на 50%, что необходимо учитывать при планировании операций.

Крайне актуальной является непосредственная возможность «посмотреть», какие ИСЗ находятся в луче (и в непосредственной близости от него) диаграммы направленности антенны наземного

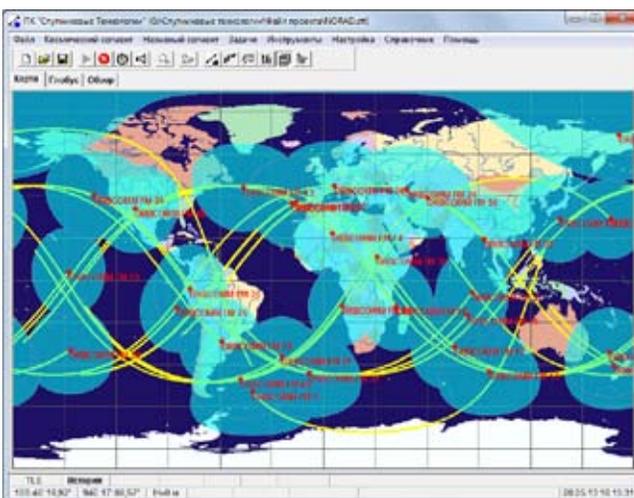


Рис. 3. Мгновенная зона обслуживания системы Orbcomm

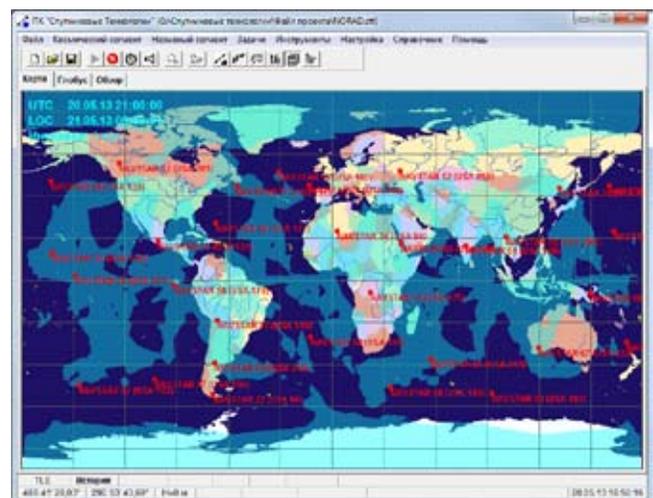


Рис. 4. Доступность услуг системы Navstar (5-кратное покрытие, углы места >20 град, надёжность 99%, прогноз на 1 сутки)

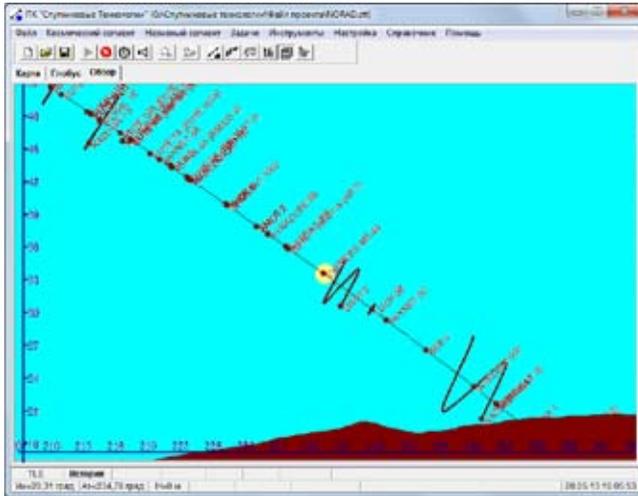


Рис. 5. Визуализация обстановки в точке положения наземного комплекса

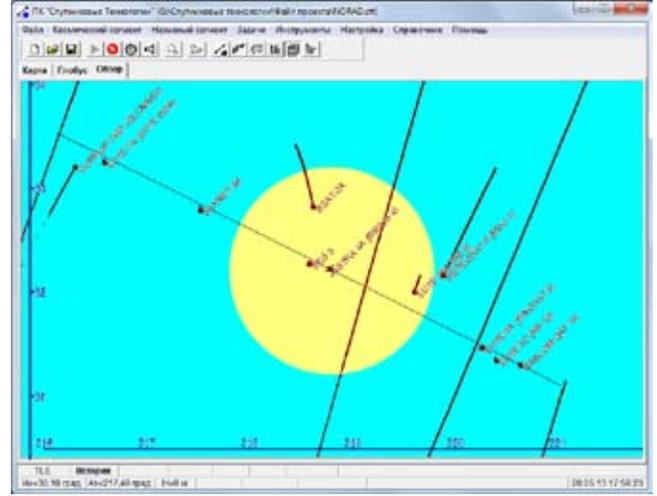


Рис. 6. Пример отображения луча антенны, дуги ГСО с размещенными на ней КА, а также треки негеостационарных ИСЗ

комплекса. На рис. 5 визуализирована обстановка в точке положения наземного комплекса. На рисунке представлены: уровень радиогоризонта, дуга ГСО и геостационарные ИСЗ на данной дуге, координатная сетка (угол места и азимут), а также зона, «вырезаемая» лучом антенны с шириной диаграммы направленности в 1 град (обозначена жёлтым цветом). Инструмент позволяет анализировать доступность спутниковой группировки с места дислокации наземного комплекса с учетом местного радиогоризонта, визуально наводить антенну на требуемый

КА, а, при изменении масштаба – фиксировать и документировать прохождение других ИСЗ через луч антенны (рис. 6). Положение орбит КА (рис. 7), действующих в составе орбитальной группировки, позволяет оценить состояние как отдельного КА, так и орбитальной группировки в целом. Зачастую необходимо оперативно решить задачу оценки покрытия заданной территории бортовой многолучевой антенной. Инструментарий программного комплекса позволяет оперативно выполнить эту задачу (рис. 8).

Таким образом, программный комплекс «Спутниковые технологии» позволяет с высокой степенью оперативности решать целый спектр организационно-технических задач в целях обеспечения ситуационного понимания и поддержки принятия решений на этапах разработки, развертывания и эксплуатации спутниковых средств.

**Андрей Гриценко,**  
генеральный директор ЗАО «Информационный Космический Центр «Северная Корона»,  
канд. техн. наук

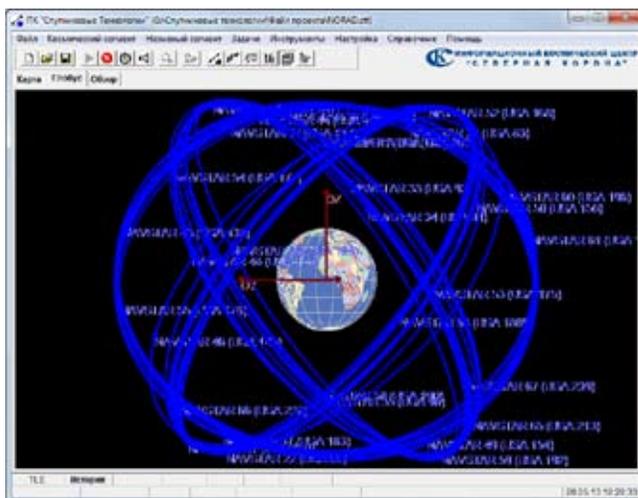


Рис. 7. Плоскости орбит группировки Navstar

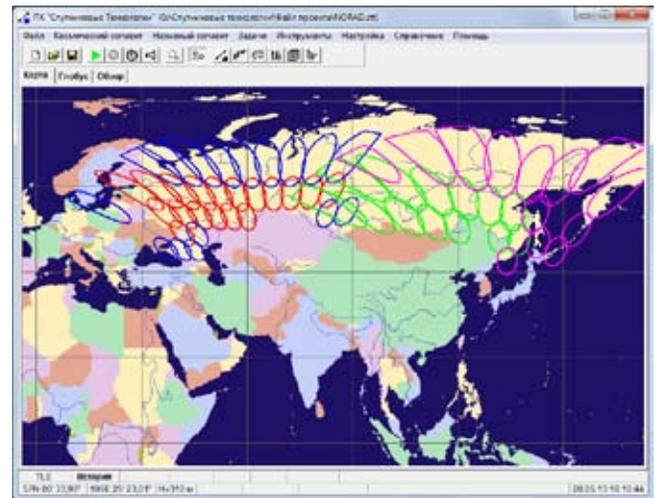


Рис. 8. Планирование покрытия бортовой многолучевой антенной



**ЗАО «ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «СЕВЕРНАЯ КОРОНА»**  
192029, Санкт-Петербург, Б. Смоленский пр., д. 4  
Тел./факс: +7 (812) 922-36-21  
org@spacecenter.ru, www.spacecenter.ru

**INFORMATION SPACE CENTER "SEVERNAYA KORONA"**  
4, Bolshoy Smolensky pr., St. Petersburg, 192029 Russia  
Tel./fax: +7 (812) 922-36-21  
org@spacecenter.ru, www.spacecenter.ru