

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-

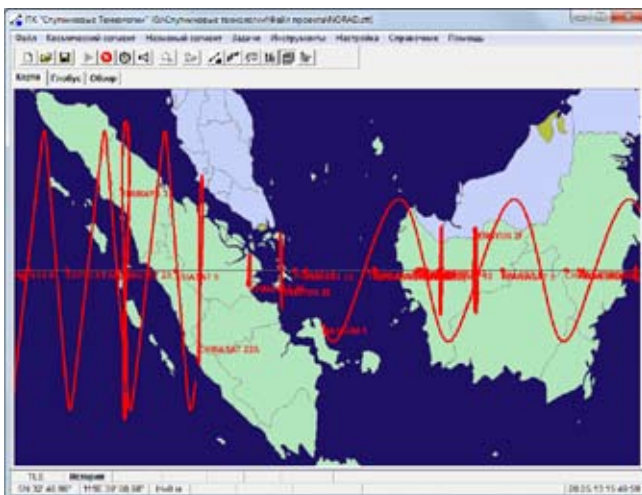


Рис. 1. Анализ ситуации на ГСО

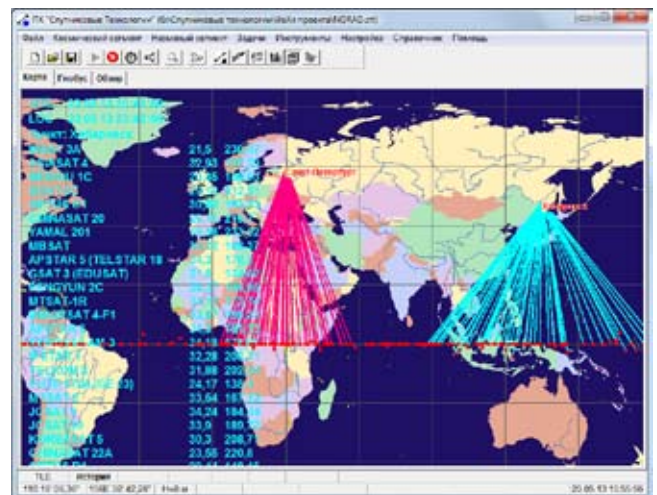


Рис. 2. Ситуационный план организации радиоконтроля КА на ГСО

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

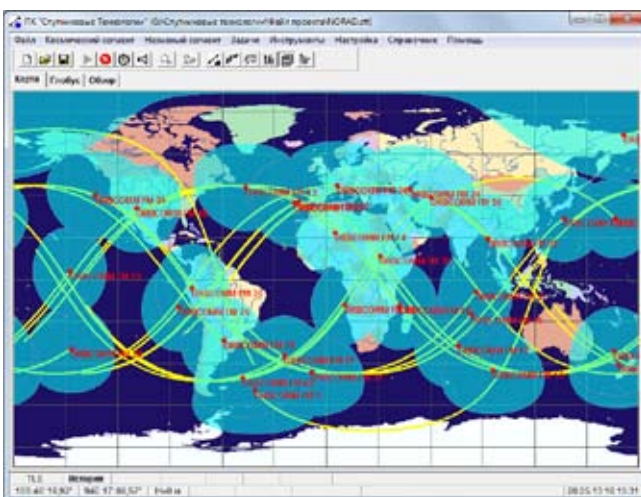


Рис. 3. Мгновенная зона обслуживания системы Orbcomm

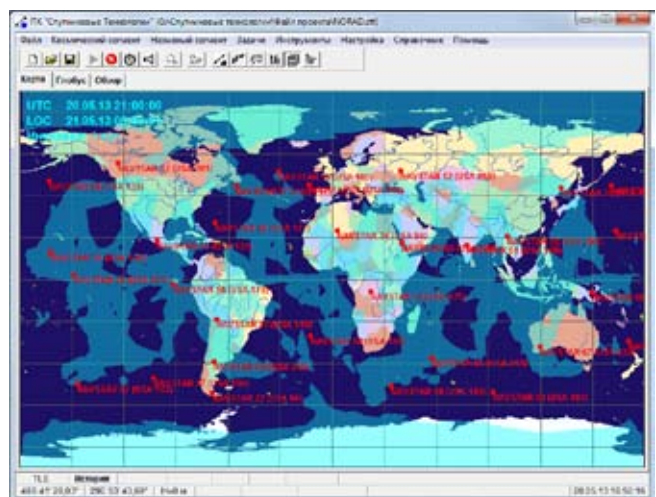


Рис. 4. Доступность услуг системы Navstar (5-кратное покрытие, углы места >20 град, надёжность 99%, прогноз на 1 сутки)

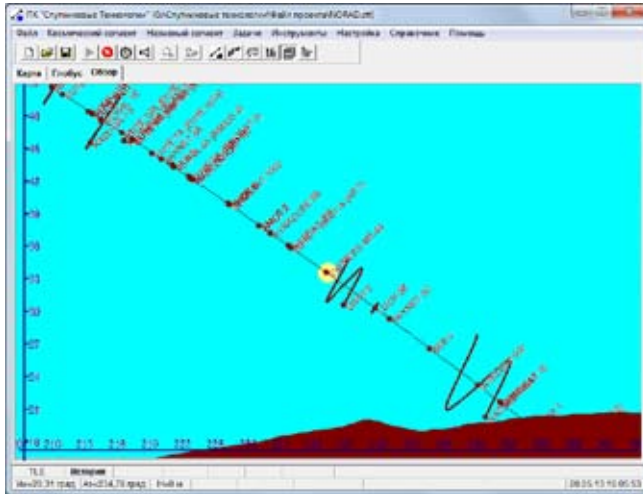


Рис. 5. Визуализация обстановки в точке положения наземного комплекса

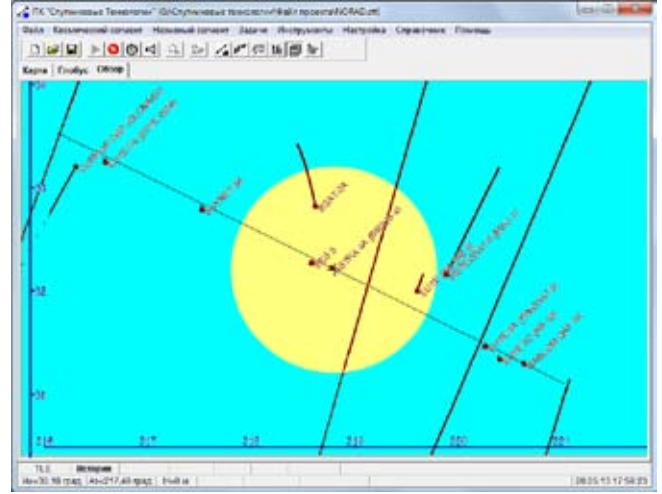


Рис. 6. Пример отображения луча антенны, дуги ГСО с размещенными на ней КА, а также треки негеостационарных ИСЗ

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

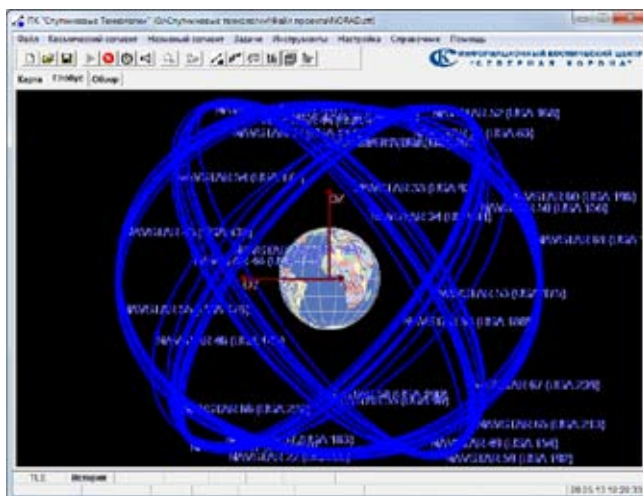


Рис. 7. Плоскости орбит группировки Navstar

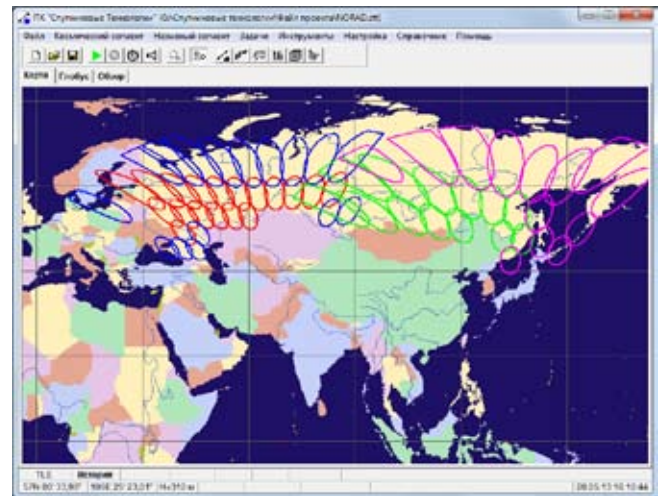


Рис. 8. Планирование покрытия бортовой многолучевой антенной



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