

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»
ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

ДЕПАРТАМЕНТ МЕХАНИКИ И МЕХАТРОНИКИ

Выпускная квалификационная работа магистра

«Распределение ресурса наземных средств управления космическими аппаратами при сокращении количества наземных приемных станций и спутников-ретрансляторов»

Студент / Студентка: Бабичева Ольга Вячеславовна
Учебная группа: ИПМмд-01-18
Руководитель ВКР: Самусенко Олег Евгеньевич, доцент, к.т.н.
Консультант: Орлов Дмитрий Александрович

Актуальность темы исследования

- В связи с тем, что ЦСАКП в настоящее время обеспечивает планирование управления 9 КА различного типа из ЦУП АО «ЦНИИмаш», то с учетом задач ФКП, актуальным является вопрос о разработке методов и алгоритмов создания программных комплексов расчета оптимального задействования управления больших и крупномасштабных ОГ КА.

Новизна работы

Новизна разработанного метода, алгоритма и программного комплекса заключается в том, что в основу метода положена математическая теория управления иерархических систем. Данный метод позволит представить космическую систему как совокупность иерархических уровней и входящих в них локальных уравнений, описывающих выбранный метод и алгоритм управления ОГ КА.

Значимость полученных результатов

- Разработанный программный комплекс позволяет планировать сеансы связи управления КА из одного ЦУП. Программный комплекс может работать с большим числом КА (до 1000 КА, это заложено в алгоритме программного комплекса), а также проводить расчеты в режиме реального времени.
- Разработанный программный комплекс может быть использован в системах различного назначения, где требуется оперативное (в режиме реального времени) составление планов и расписаний технологических и производственных операций.

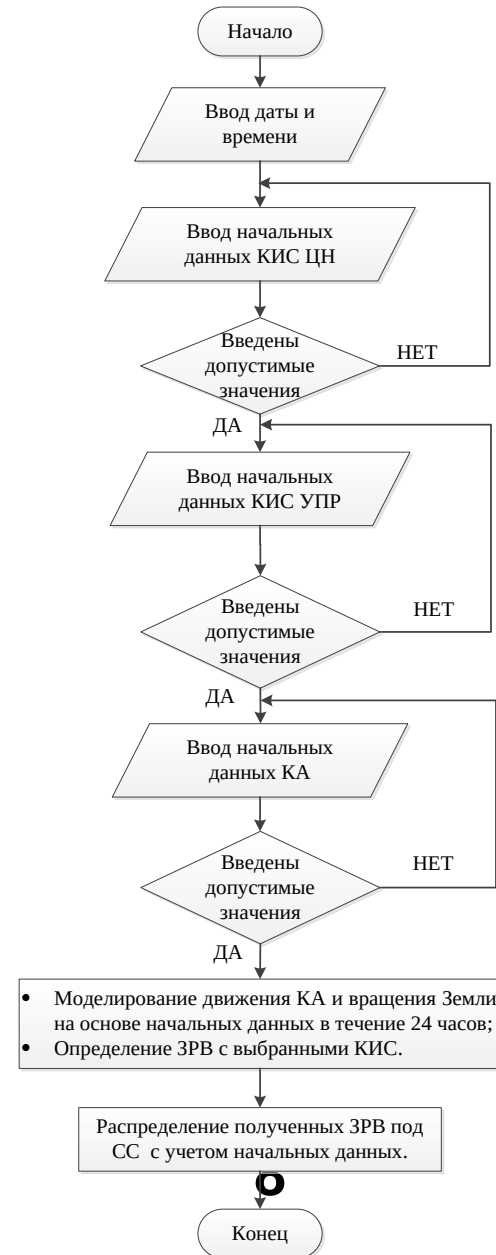
Цель работы

Целью ВКР является разработка методов, алгоритмов и программного комплекса оптимального задействования средств управления крупномасштабной орбитальной группировкой КА с учетом изменения ее состава в период до 2030года.

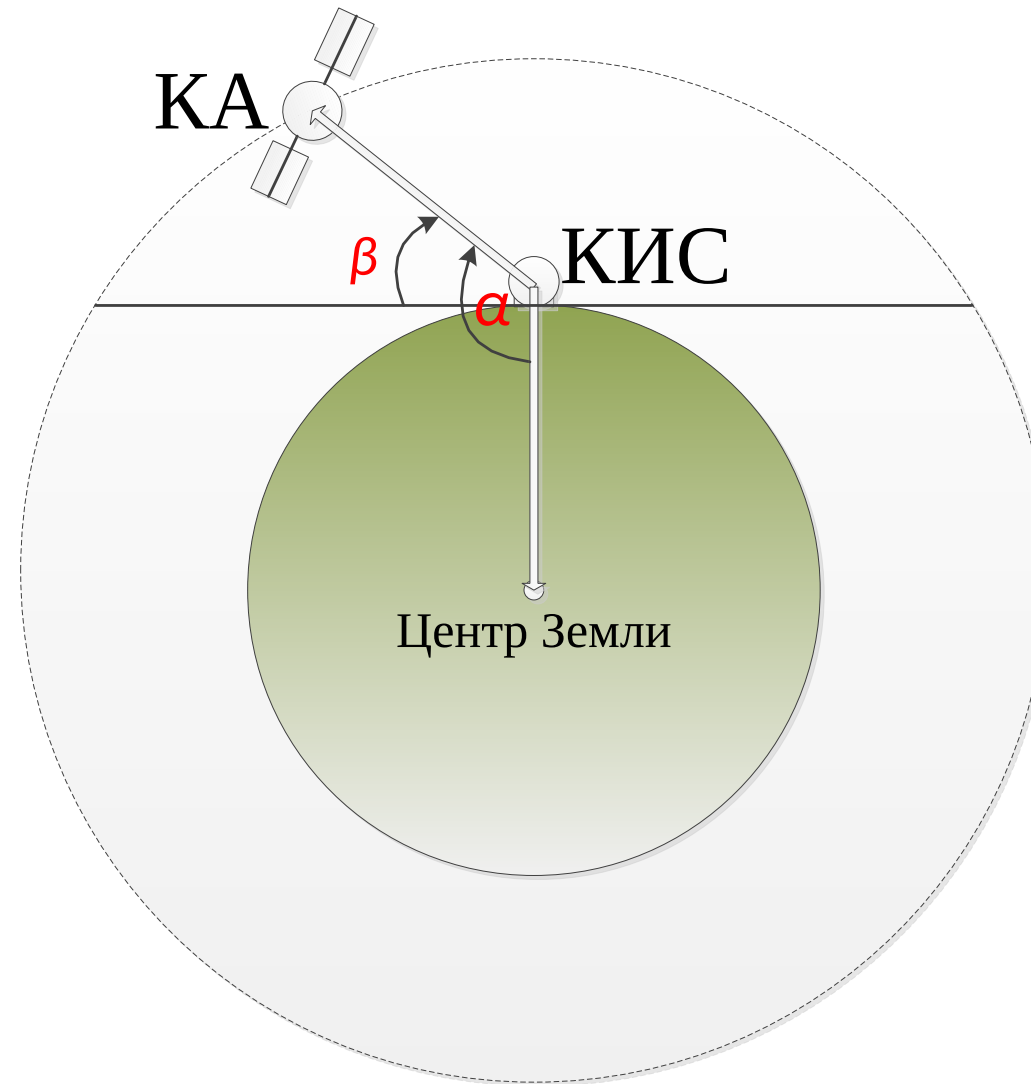
- В настоящее время практически без конфликтов происходит согласование задействования наземных средств, однако увеличение числа ОГ и количества КА, в том числе согласно ФКП 2016-2025, входящих в состав ОГ ЦУП АО «ЦНИИмаш» ставит вопрос о рассмотрении планирования средств НКУ с учетом выработанных математических теорий управления, для задействования БКИП, ЗКИП, ЦКИП, ВКИП оптимальным образом и обмена информацией между КА, РС МКС и ЦУП АО «ЦНИИмаш».
- Целесообразно в качестве единого ЦУП управления большой орбитальной группировкой, использовать ЦУП АО «ЦНИИмаш».

- ЦУП оснащен аппаратно-программными средствами, обеспечивающими управление различными типами КА. Наземные средства используются из состава НАКУ КА НСЭН и измерений. Результатом ВКР должны быть разработанные метод и алгоритмы, которые позволят обеспечить оптимальное использование ресурсов, имеющихся в составе НАКУ.
- Решение задачи оптимального планирования использования средств НАКУ позволит повысить степень загрузки КИП, увеличив коэффициент их использования, а это позволит обеспечить выполнение большего количества сеансов связи без дополнительного привлечения новых средств НКУ.

Общий алгоритм работы программы



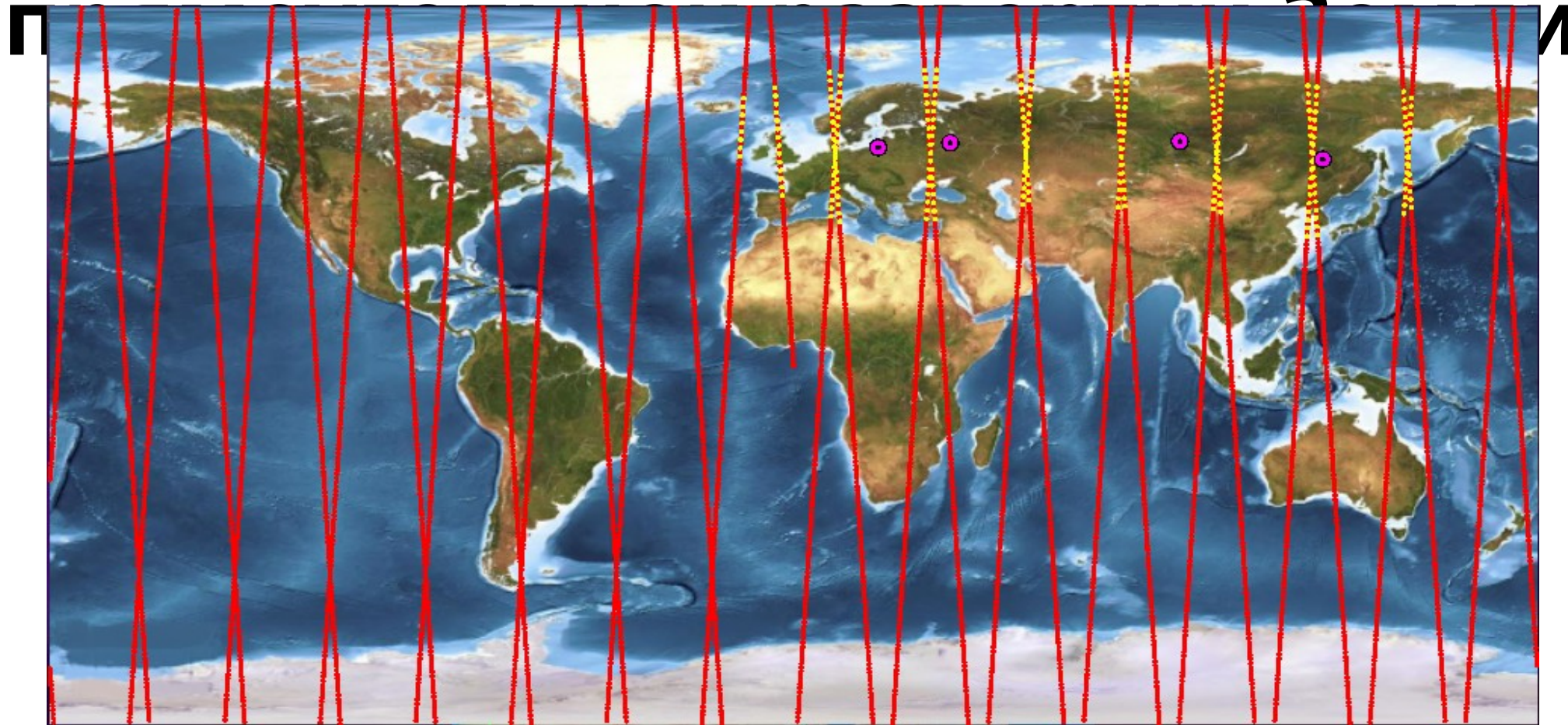
КА, находящийся в ЗРВ КИС



Доля 24 часов занятая под СС на каждом КИС

Число КА	Доля 24 часов занятая под СС [%]			
	КИС «Калининград»	КИС «Медвежье озера»	КИС «Железного рск»	КИС «Углегорск»
17	7.42	7.57	8.76	8.19
17+17	16.20	15.15	16.57	15.57
16+17+17	21.43	24.67	24.02	22.13

Траектория подспутниковой точки КА, движущегося по полярной орбите, на фоне



- программный комплекс запускается и корректно работает на ПЭВМ с характеристиками не хуже указанных в требованиях. Испытания проводились на двух ПЭВМ – под управлением ОС Windows XP (SP2) и под управлением ОС Windows 7.
- в процессе испытаний взаимодействие со всеми элементами графического интерфейса вызывало заявленный эффект. Процесс ввода начальных данных для простоты восприятия разбит несколько этапов. Реализована возможность быстрого заполнения форм графического интерфейса при использовании готовых шаблонов начальных данных.
- на ПЭВМ с характеристиками не хуже требуемых все элементы графического интерфейса, а также элементы 3D визуализации отображались корректно.
- Программный комплекс выполняет свое функциональное назначение в полном объеме, что и продемонстрировано в примере, приведенном в настоящего документа.

Основные результаты ВКР

1. Основным принципом планирования применения ТС НАКУ КА НСЭН как системы массового обслуживания является принцип коллективного использования ТС НКУ, заключающийся в том, что одни и те же средства задействуются для управления КА НСЭН различного назначения. Этот принцип обуславливает необходимость централизации выполнения работ при планировании применения ТС НАКУ КА НСЭН.
2. Задачи планирования приобретают повышенную актуальность при ограниченном ресурсе средств наземного автоматизированного комплекса управления (НАКУ), а также в связи с различными условиями полета и орбитальным построением крупномасштабных группировок КА.
3. В рамках разработки методов и алгоритмов расчета оптимального распределения средств управления крупномасштабными орбитальными группировками (КОГ) КА на основе анализа требований к организации процесса управления и основных направлений эволюции перспективной космической инфраструктуры рассмотрены существующие методологические подходы к решению проблем управления ОГ КА.
4. В основу методологического подхода к оптимизации структурного построения средств управления орбитальными группировками КА положены принципы формирования иерархических уровней с последующей оптимизацией процессов взаимодействия элементов сложных систем. На основе анализа функционирования элементов системы в процессе разработки методов и алгоритмов планирования определены основные иерархические уровни, взаимодействие которых определяет уровни взаимодействия оптимизацией процессов взаимодействия элементов сложных систем.
5. Предложенные методологические подходы и модели позволяют решить задачи, играющие основную роль в формировании перспективной космической инфраструктуры. Вместе с тем, для окончательного выбора и обоснования оптимальных решений представляется необходимым проведение имитационного моделирования возможных ситуаций при управлении орбитальных группировок КА для широкого набора начальных условий и исходных данных. Эти подходы могут найти широкое применение в различных областях научно – исследовательской и практической деятельности.
6. Предложена методика планирования комплексного задействования технических средств управления крупномасштабными орбитальными группировками КА.
7. Осуществлена разработка алгоритмов и программного комплекса расчета оптимального распределения средств управления крупномасштабными орбитальными группировками КА.

Выводы по результатам ВКР

На входе программы задается:

- начальный момент времени работы программного комплекса;
- конфигурация орбитальной группировки КА и наземных средств управления (КИС).

На выходе пользователь получает план СС в соответствии с предъявленными требованиями к времени их проведения и другую вспомогательную информацию.

Работу программного комплекса можно условно разбить на 3 этапа:

- ввод начальных данных;
- моделирование движения КА по орбитам Земли на основе начальных данных и определение ЗРВ;
- планирование и расчет СС, на основе полученных ЗРВ и начальных данных, введенных пользователем.

Программный комплекс состоит из следующих основных модулей:

- модуль ввода и обработки начальных данных;
- модуль расчета движения КА;
- модуль определения ЗРВ;
- модуль планирования СС;
- модуль сохранения результатов моделирования.

Программный комплекс в настоящее время готов для моделирования зон радиовидимости и сеансов связи по исходным данным.

Спасибо за внимание!