

## Слайд 1

**Уважаемый председатель, уважаемые члены государственной аттестационной комиссии!**

Тема моей выпускной квалификационной работы – **«Распределение ресурса наземных средств управления космическими аппаратами при сокращении количества наземных приемных станций и спутников-ретрансляторов».**

## Слайд 2

Итак, **актуальность** темы обосновывается тем, что 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.

## Слайд 3

Следовательно, 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.

## Слайд 4

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет планировать сеансы связи управления КА из одного ЦУП. Программный комплекс может работать с большим числом КА, а также проводить расчеты в режиме реального времени. Разработанный программный комплекс может быть использован в системах различного назначения, где требуется оперативное составление планов и расписаний технологических и производственных операций.

## Слайд 5

Итак, **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 2030 года.

## Слайд 6

Итак, 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».

### **Слайд 7**

В свою очередь, 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.

### **Слайд 8**

Итак, программный комплекс расчета оптимального распределения средств управления крупномасштабными орбитальными группировками КА, в соответствии с требованиями ТЗ, должен функционировать под управлением ОС Microsoft Windows XP SP 2 и более новых версий. На рисунке проиллюстрирован общий алгоритм работы программы.

### **Слайд 9**

Таким образом, процесс моделирования состоит из трех подпроцессов, выполняемых одновременно в едином масштабе времени:

- расчет движения КА;
- расчет поворота Земли;
- определение ЗРВ КА с КИС, размещенными на поверхности Земли.

На основе начальных данных, ведется пересчет координат КА и поворота Земли с шагом по времени, заданным оператором. Параллельно отслеживается факт входа КА в ЗРВ КИС. Вычисляется угол между векторами и из него вычитается 90 градусов. Полученный угол является углом места КА относительно данного КИС.

### **Слайд 10**

Далее в таблице представлено суммарно занятое под СС время на каждом КИС в процентах относительно 24 часов для разного числа КА (без учета времени подготовки к следующему СС).

### **Слайд 11**

Также на рисунке представлена траектория подспутниковой точки одного из КА, движущегося по полярной орбите, на фоне прямоугольной развертки Земли. На рисунке фиолетовыми окружностями с черным центром отмечаются КИС управления. Красным цветом отмечена траектория подспутниковой точки КА. Желтый пунктир на траектории сигнализирует о том, что КА находился в ЗРВ с КИС управления.

### **Слайд 12**

Отметим, что испытания программного комплекса расчета оптимального распределения средств управления крупномасштабными орбитальными группировками КА прошли успешно:

- 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.

### **Слайд 13**

Далее представим на слайде основные результаты работы.

### **Слайд 14**

Таким образом, по результатам испытаний можно сделать заключение о готовности программного комплекса для расчета оптимального распределения средств управления крупномасштабными орбитальными группировками КА к эксплуатации.

## **Слайд 15**

**Таким образом, Цель работы достигнута.**

Спасибо за внимание! Доклад окончен.