## акционерное общество «ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «СЕВЕРНАЯ КОРОНА»

## СЕМЕЙСТВО ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ «АЛЬБАТРОС»

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «БЮДЖЕТ»

Санкт-Петербург 2022 г

#### Содержание

- 1. Назначение
- 2. Состав и основные приемы работы с комплексом
- 3. Главная панель
  - 3.1 Назначение
  - 3.2. Основные элементы
  - 3.3. Линейка кнопок быстрого доступа
  - 3.4. Линия спутниковой связи
  - 3.5. Объект «Земная станция»

3.5.1. Задание координат ЗС, ориентации антенн, параметров окружающей среды

- 3.5.2. Объект «Модем»
- 3.5.3. Объект «Антенно-фидерные устройства»
- 3.6. Объект «Трасса»
- 3.7. Объект «Спутник связи»
- 3.8. Работа с картой
- 4. Панель «Антенно-фидерная система 3С»
- 5. Панели «Тракт приема транспондера КА» и «Тракт передачи транспондера КА»
- 6. Панель «Потери»
- 7. Панель «Дополнительные параметры транспондера»
- 8. Панель «Передаточная характеристика усилителя мощности»
- 9. Панель «Загрузка»
- 10. Панель «Уравнение линии»
- 11. Панель «Частотный ресурс»
- 12. Панель «Параметры орбиты»
- 13. Панель «Установки»
- 14. Панель «Оценка прерываний на линии (Р.1623)»
- 15. Панель «Генератор отчета»
- 16. Панель «База данных КА»
- 17. Панель «Список вариантов»
- 18. Панель «Спектральная характеристика излучения»
- 19. Панель «Потери в атмосфере и дожде на трассе распространения»
- 20. Расчет солнечной интерференции
- 21. Расчет углов места и азимута на Луну или Солнце
- 22. Использование комплекса для расчета только одного направления и режим «Вещание»
- 23. Справочник по базам данных ITU

Приложения

- I. Пример расчета линии спутниковой связи
- II. Порядок установки программного комплекса
- III. Возможные сбои при запуске программного комплекса

#### Перечень сокращений и обозначений

АРУ - автоматическая регулировка усиления

ЗС - земная станция

КА - космический аппарат

КИП - коэффициент использования поверхности

КРУ - контур равного усиления

МШБ - малошумящий блок

ПЗС - периферийная земная станция

ППМ - плотность потока мощности

УМ - усилитель мощности

ШДН - ширина диаграммы направленности

ЦЗС - центральная земная станция

BR ITU - Бюро Радиосвязи МСЭ

IBO (Input Back Off) - коэффициент недоиспользования по входу OBO (Output Back Off) - коэффициент недоиспользования по выходу

#### 1. Назначение

Программный комплекс предназначен для расчета бюджета линии спутниковой связи (в прямом и обратном направлениях), организованной двумя земными станциями (3С) через ствол с прямой ретрансляцией спутника связи (КА), развернутого на геостационарной или любой другой околоземной орбите. Дополнительно может использоваться при расчете спутниковых сетей непосредственного телевизионного вещания.

Комплекс «Альбатрос-Бюджет» позволяет автоматизировать расчет и согласование основных параметров линии, что в совокупности позволяет решать задачу поиска такого технического решения, при котором себестоимость канала связи требуемого качества будет минимальной.

Комплекс предназначен для эксплуатации специалистами в области спутниковых телекоммуникаций.

#### 2. Состав и основные приемы работы с комплексом

Комплекс включает в себя два основных объекта: интерфейсный модуль и встроенный математический модуль функционирования сети спутниковой связи (далее - Модель).

Интерфейсный модуль состоит из главной и ряда вспомогательных панелей. Основное назначение интерфейсного модуля – поддержка функций удобного отображения и редактирования всех доступных параметров сети спутниковой связи. Дополнительно обеспечивает ряд сервисных функций: генерация отчетов; сохранение и открытие готовых наборов данных и др.

Интерфейсный модуль отображает значения, реально установленные в Модели. При вводе нового значения, как правило, проверяется его корректность и осуществляется присваивание соответствующему параметру Модели. Если параметр введен некорректно или введен с нарушением допустимого диапазона значений Модель может отказать в изменении параметра. В этом случае значение параметра останется старым и изменений в интерфейсном модуле не произойдет.

Значения параметров отображаются в строках ввода, в выпадающих списках или в виде столбиковых диаграмм. Строки ввода, обозначенные белым цветом (могут иметь другой цвет на компьютерах с переустановленной палитрой цветов) допускают прямой ввод с использованием клавиатуры. Затемненные строки ввода предназначены только для отображения значения. В ряде случаев редактирование таких параметров допускается после входа в панель отображения и редактирования данного параметра (двойной щелчок мышью в поле ввода).

Для непосредственного ввода нового значения в Модель необходимо нажать клавишу Enter, либо сменить фокус ввода (клавишей Tab или щелчком мыши в другой строке ввода). Для сброса набранного, но не введенного значения необходимо нажать клавишу Esc. При выходе из вспомогательных панелей обязательно подтвердите ввод измененных значений. После ввода нового значения линия автоматически пересчитывается с отображением результатов в виде конкретных значений, диаграмм, графических изменений на карте.

#### 3. Главная панель

#### 3.1 Назначение

Главная панель предназначена для отображения и редактирования основных параметров линии спутниковой связи, организации доступа к вспомогательным панелям,

генерации отчетов, поддержки ввода-вывода данных с использованием файловой системы.

]	Три за	пуске к	омплек	са отп	крывае	тся гл	авн	ая пан	ель, пр	едстав	ленная	на рис	унке.
Альбат	рос-Бюду	кет (Локал	ьная)										
Файл Сер	вис Отче	т Справка											
0 🗳		9 cn 1	r ,≣ P⊛		2 <b>4</b>	A 02	80	* 🖌 🕴		С инфо	РМАЦИОННЫЙ В Е Р Н А	космичес я кор	NH LEHTP
Централ	ьная земна	ая станция	Тра	cca		Спутник	связ	и	Тр	acca	Перифер	ийная ЗС	Число 1 🚖
FEC	цем Модулация BPSK ┯	АФУ 1 прд. МГц 6000	Линия "	вверх"	02 02 02	На 1 % <b>Без I</b> Пози	имено ІМСНІ Шия, пр	зание КА 1 ад 36.0	Лини	я "вниз"	АФУ f прм, МГц 4000	Мо, (C/N), дБ 9.82	дем Еб/No, дБГь 11.58
Рида-С. нет 💌	V, кБит/с 64 👻	ЭИИМ, дБВт 42,542	W, gb 200,36	ппм - <b>120,8</b>	(G/T) дБ/К ¥ <b>0,36</b>	SFD -88,0	Ξ	ЭИИМ, дБВт 39,49 #	-эиим п 10,53	W. 45	(G/T), дБ/К 18,346		Roll-Off
Roll-Off 0,5 💌	<b>N</b>	f прм, МГц 4000	Линия "е	вниз"					Линия	"вверх"	f прд, МГц 6000	Модулациа ВРЅК 💌	FEC нет 💌
В:/No, дБГ 11,58	с-(C/N), дБ- 9,82	(G/T), дБ/К- 18,346	W, дБ 196,76	-эиимп 10,53	-ЭИИМ, дБВ # 39,49	-88,0	Ξ	(G/T) дБ/К 0,36 #	-120,8	W, дБ 200,36	ЭИИМ, дБВт 42,542	V, кБит/с 64 👻	Рида-С. нет 👻
Централь Коорд Широта, гра Долгота, гр Высота, м Угол места Азимут Дальность, Т, С Инт. дождя Водяной па Автосопро Угл. расс-ие Вариант 1	ная 3С инаты а 60,0 а 36,0 162,0 21,933 180,0 хм 39364 1,5 24,35 р 13,139 сох дение 2 0										мин, град 7 🖈 КРУ по уровню минус 3 💽	Перифер Коорди Широта, гра Долгота, гра Высота, м Угол места Асимут Дальность, Т, С Инт. дождя Воданой па Автосопров Угл.расс-ие	ийная 3С 1Hаты 4 60,0 162,0 21,933 180,0 133 180,0 1,5 24,35 13,139 ох дение V 0
												04.05.06	18:16:33
				Г	лавная	панел	њ к	омплен	(ca				

- линейка кнопок быстрого доступа к вспомогательным панелям, опциям и для

- линия спутниковой связи (прямое и обратное направление), представленная в

- карта мира для графического отображения и редактирования положения 3С и

- информационная линейка для отображения следующих основных параметров в

виде визуальных объектов с отображением основных параметров, включая координаты

точке положения курсора мыши на карте: широта и долгота положения в град; высота рельефа местности; среднегодовая температура на поверхности; углы места и азимута

3.2. Основные элементы

3.3. Линейка кнопок быстрого доступа Назначение кнопок быстрого доступа:

- возвращает значения всех параметров Модели к начальным

В главной панели представлены (сверху - вниз):

земных станций и характеристику окружающей среды

направления на спутник, а также текущая дата и время.

запуска некоторых режимов

D

**è** 

КА, зон видимости и обслуживания

- открывает диалоговое окно для загрузки файла с готовым набором данных
- сохраняет текущий набор данных в открытом файле; если файл не был открыт открывает диалоговое окно для записи набора данных в файл
- э открывает вспомогательную панель «База данных по спутникам»

- открывает вспомогательную панель «Уравнение линии»
- f открывает вспомогательную панель «Частотный ресурс»
- открывает вспомогательную панель «Загрузка»
- открывает вспомогательную панель «Оценка прерываний на линии (Р.1623)»
- включение/выключение учета потерь в дожде; учет раздельный для каждой станции - первая кнопка для ЦЗС, вторая – для ПЗС
  - включение/выключение учета потерь в облаках

29

1

 $\mathbf{0_2}$ 

f

<u>الل</u>

創

- включение/выключение учета потерь от тропосферных сцинциляций
- включение/выключение учета потерь в кислороде
- <sup>6</sup>• включение/выключение учета потерь в водяном паре
  - переводит комплекс в режим «Излучение сигнала»
- открывает вспомогательную панель «Передаточная характеристика усилителя мощности»
- открывает вспомогательную панель «Потери в атмосфере и дожде на трассе распространения»
  - открывает вспомогательную панель «Спектральная характеристика излучения»
  - открывает вспомогательную панель «Генератор отчета»

Кнопки «Включение/выключение дождя» в зоне ЦЗС и в зоне ПЗС в главной панели задают дождь на ЦЗС и (или) на ПЗС. При формировании отчета рассматриваются три случая: нет дождя, дождь только на ЦЗС и дождь только на ПЗС. Отношение Eb/No считается на наихудший случай (дождь на одном из участков). Процент загрузки по энергетике считается на наихудший случай (чистое небо на линии вверх).

## 3.4. Линия спутниковой связи

Линия спутниковой связи структурно представлена в виде объектов. Основными объектами являются центральная (ЦЗС) и периферийная (ПЗС) земные станции и спутник связи.

Расчет прямой линии осуществляется от ЦЗС к ПЗС. Обратной линии – от ПЗС к ЦЗС.

Для наглядности и удобства работы, параметры, задаваемые модемным оборудованием ЗС, отображаются в объекте «Модем». Энергетические характеристики ЗС (ЭИИМ и G/T) - в объекте «АФУ». Здесь же задаются центральные частоты ЗС на излучение и прием. Центральные частоты для каждой станции могут иметь разные значения.

Координаты местоположения 3С, характеристика среды и параметры наведения антенн представлены для каждой 3С слева и справа от карты.

Основные характеристики спутника и ствола ретрансляции представлены в объекте «Спутник связи». Расчет производиться в общем стволе, подключенном по тракту приема и передачи к разным антеннам. Поэтому характеристики ствола для прямого и обратного направления одинаковы, а параметры антенн на прием и передачу могут быть различными.

Результирующее отношение «сигнал/шум» отображается в объекте «Модем» (прямое направление – в объекте ПЗС; обратное направление – в объекте ЦЗС).

## 3.5. Объект «Земная станция»

3.5.1. Задание координат ЗС, ориентации антенн, параметров окружающей среды

Наименование, координаты положения и ориентация антенн 3С, а также параметры окружающей среды задаются в главной панели для каждой станции.



Ввод координат, ориентации антенны и параметров среды

Используются следующие параметры.

Наименование – условное название ЗС размером 25 символов.

Широта, град; Долгота, град – соответственно широта и долгота положения ЗС. Для ввода в формате /град:мин:сек/ используется дополнительная панель, открываемая двойным щелчком мыши в поле ввода. При любом изменении значений этих параметров автоматически (из встроенных цифровых карт BR ITU) обновляются данные по высоте положения ЗС; среднегодовой температуре, интенсивности дождя и плотности водяного пара.

- Высота, м - высота положения ЗС. При изменении широты или долготы положения ЗС значение автоматически обновляется из встроенной цифровой карты рельефа местности BR ITU. При наличии более точных данных значение может быть введено с клавиатуры.

- Угол места; Азимут – соответственно углы места и азимута наведения антенны ЗС [град]. При включенной опции «Автосопровождение» параметры не редактируются и соответствуют углам места и азимута направления на спутник.

- Дальность, км – наклонная дальность от ЗС до КА. Не редактируемый параметр.

- **Т**, **С** – среднегодовая температура на поверхности в точке положения ЗС [Цельсий]. При изменении широты или долготы положения ЗС значение автоматически обновляется из встроенной цифровой карты BR ITU.

- Инт. дождя – среднегодовая интенсивность дождя для вероятности превышения 0.01% в точке положения ЗС [мм/час]. При изменении широты или долготы положения ЗС значение автоматически обновляется из встроенной цифровой карты BR ITU.

- Водяной пар – плотность водяного пара в точке положения ЗС [гр/м3]. При изменении широты или долготы положения ЗС значение автоматически обновляется из встроенной цифровой карты BR ITU.

- Автосопровождение – опция эмулирует работу системы автоматического наведения и сопровождения спутника. При включенной опции параметры наведения антенны не редактируются и соответствуют направлению на спутник.

В поле «Периферийная 3С» выведен дополнительный параметр «Число». Значение этого параметра определяет число периферийных 3С в сети и предназначено для качественной оценки требуемых ресурсов ствола ретранслятора при развертывании сети типа «Звезда» с методом доступа FDMA и закреплением каналов SCPC.

## 3.5.2. Объект «Модем»



Объект «Модем»

К основным параметрам модемов ЗС, которые используются в расчетах, отнесены следующие.

- **FEC** – относительная скорость сверточного кода. Значение выбирается из выпадающего списка или вводиться с клавиатуры. Формат ввода - в виде дроби или числа с плавающей запятой. Диапазон значений: больше 0, но не больше 1.

- Рида-С. – относительная скорость кода Рида-Соломона. Значение выбирается из выпадающего списка или вводиться с клавиатуры. Формат ввода - в виде дроби или числа с плавающей запятой. Диапазон значений: больше 0, но не больше 1.

- Roll-Off – значение фактора спада. Значение выбирается из выпадающего списка или вводиться с клавиатуры. Формат ввода – число с плавающей запятой. Диапазон значений: от 0 до 1 включительно.

- Модуляция – вид модуляции сигнала. Значение выбирается только из выпадающего списка (BPSK, QPSK, PSK8, MSK, QAM-16). При выборе вида модуляции MSK параметр Roll-Off исключается из панели.

- V, кбит/с – информационная скорость передачи. Значение выбирается из выпадающего списка или вводиться с клавиатуры. Минимальное значение параметра – 0.1 кбит/сек. Максимальное - формально не ограничено. Необходимо учитывать, что при скорости передачи в десятки Мбит/с резко возрастает время итерационного расчета полосы излучения (при подготовке отчета или при работе с панелью «Спектральная характеристика излучения»).

Здесь же выводятся результаты расчета энергетики линии связи.

- С/N, дБ – результирующее значение отношения «несущая/шум» на линии.

- **Eb/No** – результирующее значение отношения сигнал/шум (энергия на бит к спектральной плотности мощности шума) на линии.

Опцией [x] можно включить или выключить режим передачи. При выключении режима передачи земная станция интерпретируется как только приемная с автоматическим изменением доступных параметров.

Комплекс реализует возможность непосредственного ввода требуемого значения Eb/No на линии с автоматическим (итерационным) расчетом требуемой ЭИИМ передающей 3С. При изменении ЭИИМ регулируемыми параметрами являются либо мощность УМ (при установленной опции «Если меняем ЭИИМ то меняем Рум»), либо диаметр антенны (при установленной опции «Если меняем ЭИИМ то меняем Go»).

Кнопка М обеспечивает автоматическую передачу данных, определяющих полосу частот, в панель «Спектральная характеристика излучения» и ее отображение.

В этой панели можо дополнительно скорректировать ряд дополнительных параметров. В частности значение Оверхеда (Overhead), задаваемого в виде процента от информационной скорости передачи; и коэффициент запаса на разнос (Carrier spacing factor).

8

Спектральная	і харак	стер	истика излучения	a 🗵
–Параметры с	игнала		Результаты рас	чета
Вид модуляции	ЭРSК	-	Символьная скорость, КБод	64
Скор. пер. кбит/с	64	•	Занимаемая полоса	76,8
Оверхед, %	0	•	(Uccupied), кі ц Выделяемая полоса	00.0
Сверточный код	нет	•	(Allocated), КГц	89,0
Рид-Соломон	нет	•	Шумовая полоса, дБГц	48,062
Roll-Off	0,2	-	Спектральная эффективность.	0,833
Запас на разнос	1,4	•	Бит/с/Гц	Применить

Панель «Спектральная характеристика излучения»

После изменения значения параметра нажмите клавишу «Enter». После введения нового значения автоматически пересчитываются и отображаются:

- символьная скорость, КБод;
- занимаемая (Occupied Bandwidth) полоса частот, КГц;
- выделяемая (Allocated Bandwidth) или назначенная полоса частот, КГц;
- шумовая полоса сигнала, дБГц;
- спектральная эффективность сигнала, бит/с/Гц.

#### 3.5.3. Объект «Антенно-фидерные устройства»

В объекте АФУ (антенно-фидерное устройство) задаются следующие параметры:

- f прд, МГц – центральная частота 3С на передачу. Значение вводиться с клавиатуры. Если введенное значение не попадает в полосу частот ствола спутника связи – оно подсвечивается красным цветом, показывающим, что необходимо привести в соответствие значения центральных частот. При включенной опции «Авто установка частоты 3С на прием» панели «Установки» изменение частоты на передачу одной 3С приведет к соответственному изменению частоты на прием на второй 3С. При включенной опции «Связывать частоты 3С и КА» в панели «Установки» изменение центральной частоты тракта приема спутника связи приведет к установке аналогичного значения центральной частоты излучения 3С. Диапазон допустимых значений – от 200 Мгц до 53 ГГц.

- **f прм, МГц** – центральная частота ЗС на прием. Значение вводиться с клавиатуры. Если введенное значение не попадает в полосу частот ствола спутника связи – оно подсвечивается красным цветом, показывающим, что необходимо привести в соответствие значения центральных частот. При включенной опции «Связывать частоты ЗС и КА» в панели «Установки» изменение центральной частоты тракта передачи спутника связи приведет к установке аналогичного значения центральной частоты тракта приема ЗС. Диапазон допустимых значений – от 200 Мгц до 53 ГГц.

- ЭИИМ, дБВт – суммарная эквивалентная изотропно излучаемая мощность. При расчете линии из пары станций соответствует параметру «ЭИИМ на несущую». В противном случае для ЦЗС соответствует параметру «суммарная ЭИИМ». Значение вводиться с клавиатуры. При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Порядок изменения связанных с ЭИИМ параметров определяется в панели «Антенно-фидерная система», открываемой двойным щелчком мыши в поле ввода значения. Этими же параметрами определяется диапазон изменения параметра.

- (G/T), дБ/К – добротность приемной системы с учетом приращения шумовой температуры от дождя. По этой причине редактируется только при включенной опции «Не учитывать потери в дожде». При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Порядок изменения связанных с G/T параметров определяется в панели «Антенно-фидерная система», открываемой двойным щелчком мыши в поле ввода значения. Этими же параметрами определяется диапазон изменения параметра.

## 3.6. Объект «Трасса»

В объекте «Трасса» отображаются три основных параметра:

- W, дБ – суммарные потери на линии вверх и вниз. Значение включает все основные составляющие потерь и не редактируется из главной панели. Детализация основных составляющих потерь представлена во вспомогательной панели «Потери на линии». Панель открывается двойным щелчком мыши в поле отображения значения.

- ППМ – плотность потока мощности в точке положения КА, дБВт/м2. По умолчанию отображается приведенная ППМ (приведенная к электрической оси приемной антенны КА). При выключенной опции «Приведенную ППМ» панели «Установки» - в поле ППМ будет отображаться значение ППМ в точке положения КА (без учета относительного усиления приемной антенны КА).

- ЭИИМп – парциальная ЭИИМ (ЭИИМ на несущую), дБВт. Не редактируемый параметр.

## 3.7. Объект «Спутник связи»

Исходные данные по спутнику задаются в объекте «Спутник связи». Используются следующие параметры:

- Наименование – условное название спутника размером 25 символов.

- № ствола – условное наименование ствола спутника связи размером 10 символов

- (G/T), дБ/К – максимальная добротность приемной системы спутника (по электрической оси приемной антенны). При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Порядок изменения составных данных определяется в панели «Тракт приема транспондера КА», открываемой двойным щелчком мыши в поле ввода значения.

- SFD – плотность потока мощности насыщения, дБВт/м2. Данный параметр интерпретируется следующим образом: такая ППМ, при которой выходная мощность УМ в односигнальном режиме будет равна его мощности в режиме насыщения, за вычетом коэффициента снижения мощности, установленного оператором.

- ЭИИМ, дБВт – эквивалентная изотропно излучаемая мощность для односигнального режима в режиме насыщения УМ. При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Этими же параметрами определяется диапазон изменения ЭИИМ. Порядок изменения составных данных определяется в панели «Тракт передачи транспондера КА», открываемой двойным щелчком мыши в поле ввода значения.

- Позиция, град – позиция на геостационарной орбите. Более точно - долгота восходящего узла орбиты спутника связи в гринвичской системе координат. Для западной долготы имеет отрицательное значение. Для более точного учета параметров орбиты и запуска процесса движения спутника необходимо использовать вспомогательную панель «Параметры орбиты». Панель открывается двойным щелчком мыши в поле ввода значения.

Спутник связи					
	Наименов	вание КА			
0% 0% 0% 1%	Без имени	1			
	Позиция, гр	ад 36,0			
(G/T) дБ/КS	FD	ЭИИМ, дБВт			
↓ 0,36	88,0 E	39,49 ↓			
—ЭИИМ, дБВт——9	FD				
# 30.40	88.0 1	0.36			

Основные свойства спутника связи

Кнопка предназначена для изменения точки прицеливания соответствующих бортовых антенн. Для интерактивного изменения точки прицеливания необходимо утопить кнопку, соответствующую приемной или передающей антенны спутника (или обе), переместить курсор в область карты и при нажатой левой кнопке мыши перемещать курсор по карте. В этом случае в режиме реального времени будет отображаться изменения зоны обслуживания.

Задание точки прицеливания в абсолютных координатах проводиться в панели «Тракт приема транспондера КА» и «Тракт передачи транспондера КА».

Кнопка **Ξ** открывает вспомогательную панель «Усилитель мощности», где задаются и визуализируются режимы работы усилителя мощности ствола ретрансляции.

В объекте «Спутник связи» в виде столбиковых диаграмм отображаются проценты отбора энергетического ресурса УМ. Допускается отображение для двух точек контроля – по входу (то есть относительно ППМ) и по выходу (то есть относительно максимальной ЭИИМ в этом режиме). Вследствие нелинейной амплитудной характеристики УМ значения используемых энергетических ресурсов для разных точек контроля могут существенно отличаться. Установка точки контроля для отображения в главной панели осуществляется в панели «Установки» опцией «% загрузки по энергетике».

Столбиковые диаграммы отображают следующие параметры (слева – направо):

- процент суммарной энергетической загрузки ствола ретранслятора (от рассчитываемой сети и дополнительной загрузки);

- процент энергетической загрузки ствола ретранслятора от дополнительной загрузки (например, уже развернутых сетей);

- процент энергетической загрузки ствола ретранслятора от рассчитываемой сети;

- процент занимаемой полосы ствола ретранслятора рассчитываемой сетью.

Если в ходе расчетов суммарная ППМ по входу превысит установленное значение ППМ насыщения (параметр SFD) – загорается транспарант «Перегрузка». Если в ходе расчетов УМ выйдет в режим насыщения – загорается транспарант «Насыщение УМ» и расчет останавливается.

Станикордон						
Спутник связи						
Наименование КА						
100 % 0 % 100 % 21 % Без имени						
Позиция, град 36,0						
(G/T) дБ/К SFD ЭИИМ, дБ Вт ↓ 0,36 -88,0 Ξ 39,49 ↓						
Перегрузка Насыщении						
ЗИИМ, дБВт SFD (G/T) дБ/К <b>↓ 39,49</b> -88,0 Ξ 0,36 ↓						

Пример индикации выхода за предельные режимы работы УМ

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru

### 3.8. Работа с картой

На карте отображаются: местоположение каждой ЗС; подспутниковая точка КА; зона видимости КА; зона обслуживания приемной и передающей спутниковых антенн.

Зона видимости отображается для минимальных углов места, задаваемых соответствующим параметром справа от карты. Зоны обслуживания представляют собой контура равного усиления (КРУ) приемной и передающей антенн. Уровень КРУ задается соответствующим параметром справа от карты.

Точки положения каждой из ЗС разделяются по цвету: красный (ЦЗС) и синий (ПЗС). Координаты положения ЗС и позиция (долгота восходящего узла) спутника могут меняться интерактивно путем «захвата» и «перетаскивания» курсором точки положения ЗС или КА на карте.

Для интерактивного изменения точки прицеливания необходимо утопить кнопку <sup>\*</sup>, соответствующую приемной или передающей антенне спутника (или обе), переместить курсор в область карты и при нажатой левой кнопке мыши перемещать курсор по карте.

#### 4. Панель «Антенно-фидерная система ЗС»

Панель «Антенно-фидерная система» предназначена отображения и согласованной коррекции основных характеристик приемо-передающих трактов 3С.

Панель открывается двойным щелчком мыши в полях ввода ЭИИМ или (G/T).

Антенно-фидерная система ЗС "Центральная ЗС" 🛛 🛛 🔟							
Диаметр антенны, м 2,8	Боли меняем Go Меняем диам Меняем КИП	, то:	—Боли меняем ЭИИМ ( меняем Рум (Тш) Меняем Go	(G/T), то- 🔽 Круг			
Мощность УМ, Вт – Г	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны, дБ	ЭИИМ, дБВт			
1,0	0,5		43,0419	42,5419			
f передачи, МГЦ		кип	0,65				
6000,0		шдн	1,10014				
Т шума экв., К 👘 Г	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны, дБ	(G/T), дБ/К			
116,42602	0,5		39,52008	18,35958			
f приема, МГЦ Тант	30,0	кип	0,65				
4000,0 Тмшб	60,0	шдн	1,6502				

a	) не эллиптичная ант	енна

Антенно-фидерная система ЗС "Центральная ЗС" 🛛 📕						
Диаметр антенны, м н 2,8	-Если меняем Go	, то: летр	- Если меняем ЗИ	ИМ (G/T), то (Тш)		
E 2,8	О Меняем КИП		С меняем Go			
Мощность УМ, Вт – П	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны,	дБ ЭИИМ, дБВт		
1,0	0,5		43,0419	42,5419		
f передачи, МГЦ		кип	0,65			
6000,0		шдн	1,10014	1,10014		
Т шума экв., К — П	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны,	дБ (G/T), дБ/К		
116,42602	0,5		39,52008	18,35958		
f приема, МГЦ, Тант	30,0	кип	0,65			
4000,0 Тмшб	60,0	шдн	1,6502	1,6502		

## и) эллиптичная антенна Панель «Антенно-фидерная система ЗС»

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru Общим параметром является диаметр антенны. Для антенны, диаметр которой задается значениями в двух ортогональных плоскостях, необходимо выключить опцию «Круг».

#### К основным параметрам передающего тракта относятся:

- Мощность УМ, Вт - выходная излучаемая мощность усилителя мощности ЗС;

- Потери в фидере, дБ - потери в фидере на передачу;

- Усиление антенны, дБ - усиление антенны на частоте передачи;

- КИП – коэффициент использования поверхности антенны на частоте передачи;

- ШДН - ширина диаграммы направленности антенны на частоте передачи, град;

- ЭИИМ, дБВт – максимальная эквивалентная изотропно излучаемая мощность, дБВт.

#### К основным параметрам приемного тракта относятся:

- Тшума экв., К - эквивалентная шумовая температура приемного тракта, приведенная ко входу малошумящего блока (МШБ); значение параметра не редактируется и определяется собственной шумовой температурой МШБ, эквивалентной шумовой температурой антенны и потерями в фидерном тракте;

- Тант – шумовая температура антенны, К;

- Тмшб – шумовая температура МШБ, К. При необходимости использования параметра «коэффициент шума МШБ» вызовите локальное меню, щелкнув правой кнопкой мыши на строке «Тмшб», и выберите параметр «Коэффициент шума МШБ». В строке ввода будет отображаться параметр «Коэффициент шума» в дБ.



Переход от шумовой температуры к коэффициенту шума и обратно

- Потери в фидере, дБ - потери в фидере на прием;

- Усиление антенны, дБ - усиление антенны на частоте приема;

- КИП – коэффициент использования поверхности антенны на частоте приема;

- ШДН - ширина диаграммы направленности антенны на частоте приема, град;

- (G/T) дБ/К – суммарная максимальная добротность приемной системы ЗС (без учета внешних шумов).

В качестве информации в панели также отображаются (но не редактируются) значения центральной частоты тракта приема и передачи.

При ручном вводе значений параметров ЭИИМ или (G/T) возникает неопределенность в том, какие из параметров антенны приводить в соответствие. Для снятия неопределенности предназначена опция «Если меняем ЭИИМ (G/T), то:». Аналогичный прием используется при изменении значения в поле «Усиление антенны, дБ» - будет приведен в соответствие параметр, соответствующий установленной опции «Если меняем Go, то:».

## 5. Панели «Тракт приема транспондера КА» и «Тракт передачи транспондера КА»

Панели предназначены для коррекции приемо-передающих трактов КА, а также для задания ориентации бортовых антенн.

Панели открываются двойным щелчком мыши в полях ввода ЭИИМ или (G/T) ствола спутника связи.

Тракт приема транспондера КА 🛛 🛛 🗵							
Если меняем Go, то: Боли меняем (G/T), то Прицел, град							
• Меняем диаметр	💿 меняем Тш		Широта	Долгота	Разорот	MB	
С Меняем КИП С меняем Go			45,0	36,0	0 🚖		
Тшума экв., К 🛛 П	Т шума экв., К Потери в фидере, дБ Усиление антенны, дБ (G/T), дБ/К						
800,0	0,5	29,8	39143		0,36053		
Поляризация	кип	0,69	5		авномерна	ая зона	
горизонтальная 💌	ШДН, град	5,0		5,0		-	
Частота ПРМ, МГЦ 6000,0	Диаметр антенны, м	0,61	1608	0,6	1608		

Панель «Тракт приема транспондера КА»

Тракт передачи транспондера КА 🛛 🛛 🗵							
—Если меняем Go, то:-	— Боли меняем ЭИИМ,	то	—Прицел,	, град—			
💽 Меняем диаметр	💽 меняем Рум		Широта	Долгота	в Разорот	MB	
🔿 Меняем КИП	🔘 меняем Go		45,0	36,0	0 🔹		
Мощность УМ, Вт П	отери в фидере, дБ	/силе	ние антен	ны, дБ	ЭИИМ, д	5Вт	
10,0	0,4	29,8	39143		39,4914	3	
Поляризация	кип	0,6	5		Равномерна	вя зона	
вертикальная 🔻		<u> </u>		6.0		-	
Частота ПРД, МГЦ	шдп, град	0,0		10,0			
4000,0	Диаметр антенны, м	0,9:	2411	0,9	2411		

Панель «Тракт передачи транспондера КА»

В панелях представлены значения следующих параметров, задаваемых отдельно по трактам приема и передачи:

- Частота ПРМ, МГц; Частота ПРД, МГц - центральные частоты ствола на прием и передачу, соответственно; при включенной опции «Связывать частоты ЗС и КА» в панели «Установки» изменение центральной частоты тракта приема или передачи спутника приведет к установке аналогичного значения центральной частоты излучения ЗС.

- Поляризация - тип поляризации (круговая левая или правая, линейная вертикальная или горизонтальная);

- Потери в фидере, дБ – потери в фидерном тракте на частоте приема/передачи;

- Усиление антенны, дБ – усиление антенны на центральной частоте приема/передачи. При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Этими же параметрами определяется диапазон его изменения. Порядок изменения связанных параметров определяется опцией «Если меняем Go, то:»;

- КИП – коэффициент использования поверхности антенны на частоте приема/передачи;

- ШДН, град - ширина диаграммы направленности антенны в двух плоскостях на частоте приема/передачи;

- Диаметр антенны, м - диаметр антенны в двух плоскостях;

- Мощность УМ, Вт - выходная излучаемая мощность УМ при насыщении в односигнальном режиме;

- ЭИИМ, дБВт – эквивалентная изотропно излучаемая мощность при работе УМ в насыщении в односигнальном режиме. При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Этими же параметрами определяется диапазон изменения ЭИИМ. Порядок изменения связанных параметров определяется опциями «Если меняем ЭИИМ, то:» и «Если меняем Go, то:».

- Тшума экв., К - эквивалентная шумовая температура приемного тракта, приведенная ко входу малошумящего блока (МШБ);

- (G/T), дБ/К – максимальная добротность приемной системы спутника (по электрической оси приемной антенны). При вводе значения будут изменены параметры, его определяющие. Этими же параметрами определяется диапазон изменения параметра. Порядок изменения связанных параметров определяется опциями «Если меняем (G/T), то:» и «Если меняем Go, то:».

- Угол разворота антенны, град - угол разворота бортовой антенны относительно ее электрической оси (опорное направление - Северный полюс; направление разворота – по часовой стрелке).

При изменении частоты по тракту приема или передачи и при включенной опции «Связывать частоты ЗС и КА» в панели «Установки» изменение частоты приведет к установке аналогичного значения соответствующих частот ЗС.

Ориентация бортовых антенн задается точкой прицела ее электрической оси и углом разворота антенны относительно электрической оси.

Точка прицела может быть задана в абсолютных или относительных координатах. При задании точки прицела в абсолютных координатах – вводятся координаты точки на поверхности Земли.

При задании точки прицела в относительных координатах – вводятся углы смещения электрической оси относительно местной вертикали спутника в вертикальной и горизонтальной плоскости. При этом необходимо включить опцию «МВ». При включении/выключении опции «МВ» автоматически производиться перевод абсолютных координат в относительные и обратно.

Для антенн, имеющих эллиптичность, допускается использование параметра «Разворот». Угол разворота определяет значение угла, на который будет развернута антенны относительно ее электрической оси.

Опция «Равномерная зона» используется в случаях, когда на спутнике используются бортовые антенные системы, имеющих высокую равномерность покрытия в пределах зоны обслуживания(например, отдельные антенны на спутнике Экспресс-АМ).

При включении этой опции относительное усиление в пределах основного лепестка диаграммы направленности бортовой антенны считается неизменным и равным 1 (эмулируется эффект равномерности распределения относительного усиления антенны в пределах зоны).

Например, для расчета линии, использующий один из стволов спутника Экспресс-АМ1, необходимо:

1. Сформировать зону обслуживания, «накрывающую» по уровню минус 3дБ заявленную оператором зону для данного ствола (диапазона).

2. Ввести заявленные оператором ЭИИМ (насыщение, односигнальный режим) и G/T. Например, 49 дБВт и 3.5 дБ/К.

3. Включить опцию «Равномерная зона» по трактам приема и передачи.

Далее расчет проводиться в штатном режиме. Расчет может проводиться для любых станций в пределах такой зоны обслуживания.

## 6. Панель «Потери»

Панель «Потери» предназначена для отображения основных составляющих суммарных потерь на трассах распространения, а также ввода значений дополнительных потерь на трассе (задаваемых пользователем) и вероятности превышения надежности по дождю и атмосфере.

Панель открывается двойным щелчком мыши в поле отображения суммарных потерь на интересуемом участке линии.

Потери "ввер	*" 🗵		Потери "вниз"	×
Суммарные, дБ	200,32		Суммарные, дБ	196,724
В свободном пространстве, дБ	199,891		В свободном пространстве, дБ	196,369
В атмосфере, дБ	0,131		В атмосфере, дБ	0,118
В дожде, дБ	0,047		В дожде, дБ	0,006
От сцинциляций	0,295		От сцинциляций	0,236
в том числе:			в том числе:	
в кислороде	0,113		в кислороде	0,11
в водяном паре	0,018		в водяном паре	0,008
в дожде	0,047		в дожде	0,006
в облаках	0,0		в облаках	0,0
			_	
Доп. потери, дБ	p,0		Доп. потери, дБ	p,o
% по дождю	0,5		% по дождю	0,5
% по атмосфере	1		% по атмосфере	1
а) линия	«вверх»	•	в) линия «	«ВНИЗ»

Панель «Потери»

Расчет потерь на трассах распространения осуществляется в соответствии с рекомендациями BR ITU (P.618-7, P.676-5, P.836-2, P.837-3, P.838-1, P.839-3, P.840-3, P.1510, P.1511 и др.).

К основным составляющим потерь относятся:

- потери в свободном пространстве;

- потери в кислороде;

- потери в дожде (для заданного процента надежности);

- потери в облаках (для заданного процента надежности);

- потери в водяном паре;

- потери от амплитудных сцинциляций в атмосфере (для заданного процента надежности);

- дополнительные потери, задаваемые пользователем.

Потери в атмосферных газах (в кислороде и водяном паре) рассчитываются в соответствии с рекомендацией Р.676-5.

Потери в дожде рассчитываются для заданного процента времени превышения по дождю в среднем за год (от 0,001% до 5%) в соответствии с рекомендациями Р.837-3, Р.838-1, Р.839-3, Р.618-7, Р.1511. Ограничение по углу места – не менее 5 град.

Потери в облаках рассчитываются для заданного процента времени превышения по дождю в среднем за год (от 0,001% до 5%). Ограничение по углу места – не менее 5 град.

Потери от амплитудных сцинциляций в атмосфере рассчитываются для заданного процента времени превышения по атмосфере (от 0,01 до 50%) в соответствии с рекомендациями Р.618-7, Р.453-8. Номинальный диапазон частот от 7 до 20 ГГц. Если по дождю процент потери надежности установлен меньше 1%, то процент потери надежности по атмосферным газам берется равным 1% (Рекомендация Р.618-7).

В качестве примера. Для среднего года продолжительностью 365.25 суток (525960 мин) процент потери надежности будет составлять:

- для 0.001% - 5,2596 мин в год

- для 0.01% - 52,596 мин в год

- для 0.1% - 525,96 мин в год

Допускается ввод значения процента времени превышения по дождю в формате «в худший месяц». Для этого необходимо сделать двойной щелчок мышкой в поле ввода значения и в открывшемся окне ввести значение для худшего месяца.

Вероятность для худи	іего месяца 🛛 🗶
Введите значение	
1,559236	
	Canad

Ввод значения в формате «в худший месяц»

Проценты потери надежности по дождю, атмосфере, а также дополнительные потери задаются для каждого участка отдельно.

Любые составляющие потерь в атмосфере и дожде могут быть исключены при проведении расчета путем включения соответствующих опций в главной панели.

#### 8. Панель «Усилитель мощности»

Панель предназначена для задания и отображения режимов работы усилителя мощности ствола ретрансляции спутника связи. Панель открывается кнопкой в разделе «Спутник связи» или двойным щелчком мыши в поле «ЭИИМ п» главной панели.



Панель «Усилитель мощности»

В панели представлены следующие элементы.

1. Передаточная амплитудная характеристика УМ для односигнального и многосигнального режима, представленные в виде графика функциональной зависимости коэффициента недоиспользования по выходу OBO (Output Back Off) от коэффициента недоиспользования по входу IBO (Input Back Off), а также положение рабочей точки. Передаточная характеристика может отображаться по мощности или по амплитуде. Требуемый режим устанавливается опцией «График».

2. Поле «ОВО, дБ» для ввода и отображения введенного значения коэффициента недоиспользования по выходу (ОВО<sub>0</sub>) для односигнального режима.

3. Поле «IBO, дБ» для отображения соответствующего коэффициенту OBO<sub>0</sub> и полученного итерационно (по передаточной характеристике УМ в односигнальном режиме) коэффициента снижения мощности по входу IBO<sub>0</sub>.

4. Поле «% загрузки» для ввда и отображения процента загрузки ствола по входу (относительно ППМ насыщения).

5. Опция «Режим» для перевода режима работы УМ из многосигнального в односигнальный и обратно.

6. Опция «АРУ» для перевода режима работы УМ из прямого усиления в режим автоматической регулировки усиления (АРУ) и обратно.

7. Выпадающий список «Тип УМ», реализующий возможность выбора типа усилителя мощности. В текущей версии комплекса выбор ограничен двумя типами УМ: стандартный ТWTA и идеальный гипотетический линейный усилитель. В последующем список будет расширен УМ типа SSPA и LTWTA. Изменение типа приводит к автоматической переустановки передаточной амплитудной характеристики УМ.

8. Поля «(C/I)<sub>3</sub>, дБ» и «Bout, дБ» предназначенные для ввода значения отношения (C/I)<sub>3</sub> усилителя мощности, соответствующее коэффициенту недоиспользования по выходу Bout. Параметры используются при учете интермодуляционных потерь.

9. Поля для отображения:

- (С/І), дБ – текущего значения отношения «сигнал/(помеха интермодуляции)»

- Bin, дБ – суммарного текущего коэффициента недоиспользования по входу;

- Воиt, дБ - суммарного текущего коэффициента недоиспользования по выходу;

- Рсум, % - суммарного текущего процента загрузки УМ без учета ОВО<sub>0</sub>;

- Р, % - суммарного текущего процента загрузки УМ с учетом OBO<sub>0</sub> (то есть процент загрузки выделенного оператором энергетического ресурса).

Опция «Интермодуляция» позволяет отобразить в виде графика поведение используемой модели интермодуляционных потерь.

Дополнительная энергетическая загрузка ствола (поле «% загрузки») позволяет учесть влияние, например, уже развернутых сетей. Дополнительная загрузка задается путем ввода значения процента этой загрузки относительно плотности потока мощности насыщения ствола. Ввод процента дополнительной загрузки будет означать, что по электрической оси приемной антенны существует постоянный сигнал, мощность которого соответствует введенному проценту от ППМ насыщения.



Визуализация используемой модели интермодуляционных потерь

При превышении выделенного оператором энергетического ресурса (Р>100) загорается транспарант «Перегрузка». При выходе УМ в режим насыщения (Рсум>100) загорается транспарант «Насыщение УМ».



Пример выхода УМ в режим насыщения

При введении коэффициента OBO<sub>0</sub> (снижения выходной мощности от мощности насыщения) рассчитывается и отображается соответствующее значение коэффициента снижения по входу IBO<sub>0</sub>, которое учитывается при расчете положения рабочей точки УМ и позволяет обеспечить работу на его линейном участке.

При переходе из односигнального режима в многосигнальный происходит падение выходной мощности УМ. При включении режима АРУ система будет поддерживать положение рабочей точки на уровне - IBO<sub>0</sub>.

Амплитудная передаточная характеристика УМ задается нормированными коэффициентами. По умолчанию используются значения, характерные для УМ, использованных на спутниках системы Intelsat. При необходимости (например, при наличии более точных данных) коэффициенты могут быть отредактированы. Для этого необходимо включить опцию «Таблица».



Коррекция нормированной амплитудной передаточной характеристики УМ



Пример задания переходной характеристики линеаризованного УМ

Пример передаточной характеристики линеаризованного УМ представлен на рисунке. После коррекции нормированных коэффициентов нажмите клавишу «Ввести» для ввода значений в модель. При возврате к исходным значениям необходимо нажать клавишу «Обновить». Значения коэффициентов сохраняются в файле проекта, а также при вводе набранного спутника в базу данных.

## 5. Коэффициент готовности линии

Панель «Готовность линии» предназначена для отображения и коррекции основных параметров, определяющих надежность линии в прямом и обратном направлениях.

Готовность линии		×
Направление	прямое	обратное
Кглинии вверх, %	99,96	99,97
Кглинии вниз, %	99,95	99,94
Кг на линии (с.г)	99,91	99,91
Клна линии (х.м.)	99,62	99,62
Простой (с.г.), ч	7,88	7,88
Простой (х.м.), ч	2,8	2,79
Число прер-ий	188,0	184,0

Панель «Готовность линии»

К основным параметрам, характеризующим надежность линии по радиоклиматическим факторам, отнесены:

- коэффициенты готовности на средний год на участках вверх, вниз и на линии в целом;

- коэффициент готовности линии в худший месяц;

- время простой линии на средний год и худший месяц;

- число прерываний на линии длительностью 10 и более секунд.

Требуемые коэффициенты готовности на каждом из участков линии могут быть введены с клавиатуры. При вводе требуемого значения коэффициента готовности для линии в целом комплекс автоматически проведет расчет требуемых коэффициентов готовности для каждого из участков (вверх и вниз) по критерию минимума энергетических затрат на удержание требуемого значения отношения (Eb/No).

## 9. Панель «Загрузка»

Панель «Загрузка» предназначена для одновременного отображения процентов используемого частотного и энергетического ресурсов транспондера в контрольных

точках «по входу» и по «выходу». Открывается клавишей 🕮 из линейки кнопок быстрого доступа.





стандартный УМ линеаризованный УМ Пример отображения процента загрузки при использовании стандартного и линеаризованного УМ

> АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru

При расчете процента энергетической загрузки по входу в столбиковых диаграммах отображаются проценты относительно ППМ насыщения. При расчете процента энергетической загрузки по выходу в столбиковых диаграммах отображаются проценты относительно выделенной оператором максимальной ЭИИМ (т.е. с учетом введенного оператором коэффициента снижения выходной мощности УМ).

Отображаются следующие параметры (слева направо):

- процент суммарной загрузки ствола (от дополнительной загрузки и от нашей сети);

- процент загрузки от других сетей (процент от дополнительной загрузки);

- процент загрузки от нашей сети;

- процент занимаемой полосы частот нашей сетью относительно полосы частот ствола.

В качестве примера на рисунке представлены диаграммы для двух типов УМ: стандартного и линеаризованного. Из рисунка видно, что у линеаризованного УМ отличия в оценке используемого энергетического ресурса по входу и выходу минимальны.

## 10. Панель «Уравнение линии»

Панель предназначена для отображения текущих значений отношений «несущая/шум» и «С/І» на основных участках («вверх», «вниз») и линии связи в целом в прямом и обратном направлении. Здесь же в виде столбиковых диаграмм отображается процент отбираемого энергетического ресурса (по выходу) каждым направлением.

Панель открывается клавишей СМ из линейки кнопок быстрого доступа.

Уравнение линии		×
Направление	прямое	обратное
(СЛЮ) вверх, дБГц	27,34	65,75
(C/N) вверх, дБ	-19,75	21,37
(Eb/No) вверх, дБ	23,73	17,69
(СЛо), дБГц	75,96	73,24
(СЛ), дБ	28,86	28,86
(C/No) вниз, дБГц	16,25	16,32
(C/N) вниз, дБ	-30,84	-28,06
(СЛЮ) сум, дБГц	15,93	16,32
(C/N) сум, дБ	-31,16	-28,06
(Еb/No), дБ	-35,14	-31,74

Панель «Уравнение линии»

## 11. Панель «Частотный ресурс»

Панель предназначена для ввода данных по полосе частот ствола спутника связи и отображения текущих значений по занимаемой полосе частот сигнала и направления связи (при оценке характеристик сети из нескольких земных станций). Кроме того, отображается процент занимаемого частотного ресурса ствола спутника связи каждым направлением.

Панель открывается клавишей из линейки кнопок быстрого доступа.

Частотный ресурс						
Направление	обратное					
Ствол, МГЦ	40	40				
Сигнал,кГц	51,2	27,429				
Направление,кГц	460,8	246,857				
Процент,%	1,15	0,62				
	1%	1%				

Панель «Частотный ресурс»

### 12. Панель «Параметры орбиты»

Панель предназначена для отображения и коррекции параметров орбиты спутника связи, а также запуска режима моделирования работы сети в условиях движения спутника по орбите.

Панель открывается двойным щелчком мыши в поле «Позиция, град» главной панели.

Параметры орбиты 🛛 🛛					
_Параметры орби	Параметры орбиты				
Большая полуось, км	42164,151				
Эксцентриситет	0,0				
Наклонение, град	0,0				
Аргумент перигея, град	0,0				
Долгота в.у., град	40,0				
Интервал от Пер, мин	1 彙				
Установить по типу ВЕО 🔽					
Запуск Стоп					

Панель «Параметры орбиты»

Движение спутника задается изменением значения параметра «Интервал от Пер, мин», определяющего время, прошедшее с момента прохождения спутником перигея орбиты. Изменение параметра может проводиться вручную или в автоматическом режиме путем нажатия на клавишу «Запуск». При запуске режима моделирования автоматически осуществляется интерактивное изменение всех параметров сети, определяемые положением спутника на орбите. Остановка движения осуществляется либо клавишей «Стоп», либо путем закрытия панели.

Могут задаваться параметры орбит любых околоземных (эксцентриситет должен быть меньше 1) спутников связи. Однако следует иметь ввиду, что в комплексе «Альбатрос-Бюджет» точки прицела бортовых антенн задаются в абсолютных координатах, что ограничивает возможности по исследованию негеостационарных систем.

## 13. Панель «Установки»

Панель предназначена для настройки вывода отдельных параметров, а также включения дополнительных режимов. Панель открывается из основного меню «Сервис» выбором меню «Установки».

В панели можно использовать следующие опции и установки.

- «(G/T) земной станции»: «максимальное» – по электрической оси антенны; «в направлении на КА» - в направлении на спутник (то есть ослабленной на величину относительного усиления антенны 3С);

- «(G/T) спутника» и «ЭИИМ спутника» - «максимальное» – по электрической оси антенны; «в направлении на 3С» - в направлении на 3С;

- «ППМ»: «В точке КА» - отображается ППМ в точке положения КА; «В фокусе антенны» - отображаются значения приведенной (то есть ослабленной на величину относительного усиления приемной антенны спутника) плотности потока мощности.

- «% загрузки по энергетике» - задает точку контроля (по входу или по выходу) энергетической загрузки, которая будет отображаться в столбиковых диаграммах в главной панели.

- (Eb/No) – в положении «наихудший» будет выдаваться значение, соответствующее худшему из двух вариантов: дождь в зоне ЦЗС или дождь в зоне ПЗС.

- «Процент по энергетике» - в положении «без учета дождя» при любой конфигурации комплекса будет отображать загрузку по энергетике в столбиковых диаграммах главной панели без учета дождя на линии «вверх».

- «Нормировать % энергетической загрузки по входу для многосигнального режима». При многосигнальном режиме работы ствола ретранслятора могут возникать ситуации, когда УМ входит в режим насыщения до достижения суммарной ППМ на входе, равной ППМ насыщения. При этом процент загрузки по входу значительно ниже 100%. Включение данной опции приведет к коррекции расчетных значений процента загрузки по входу для многосигнального режима – 100% будет соответствовать выходу УМ в точку насыщения.

- «Связывать частоты ЗС с КА». При включенной опции и при изменении центральной частоты приема/передачи ствола спутника связи соответствующие центральные частоты ЗС (ЦЗС и ПЗС) автоматически приравниваются к введенным значениям.

- «Авто установка частоты ЗС на прием» - при включенной опции и при изменении частоты на передачу одной ЗС (например, ЦЗС) автоматически устанавливается частота приема второй ЗС (ПЗС). Приращение определяется частотой сдвига ствола спутника связи.

- «Увеличиваем число 3С – увеличиваем мощность ЦЗС». При включенной опции и при увеличении числа ПЗС автоматически осуществляется повышение мощности УМ ЦЗС в число раз, равное числу ЗС в сети. То есть обеспечивается постоянство параметра «мощность на несущую». При выключенной опции мощность УМ ЦЗС не меняется, что при увеличении числа ЗС приводит к снижению параметра «Мощность на несущую».

Установки	×				
Отображать в главной пане	ли				
 (G/T) земной станции	-% загрузки по энергетике				
• максимальная	С по входу				
🔘 в направлении на КА	По выходу				
(G/T) спутника	Eb/No, BER				
• максимальная	🔿 текущий				
🔘 в направлении на ЗС	наихудший				
ЭИИМ спутника	Процент по энергетике				
• максимальная	🔿 текущий				
🔘 в направлении на ЗС	💿 без учета дождя				
ППМ	Нормировать %				
в точке КА	🕞 энергетической загрузки				
С в фокусе антенны	🗖 по входу для				
	_ многосигнального режима				
🔽 Связывать частоты ЗС с КА					
🔽 Авто установка частоты ЗС на прием					
✓ Увеличиваем число ЗС - увеличиваем мощность ЦЗС					

#### Панель «Установки»

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru

#### 14. Панель «Оценка прерываний на линии (Р.1623)»

Панель предназначена для отображения расчетных данных по прерываниям на линии спутниковой связи для введенного значения D минимальной длительности прерывания (в соответствии с рекомендацией P.1623).

Оценка прерываний на линии (Р.1623) × обратное Направление прямое суммарно вверх вниз суммарно вверх вниз Продолжительность 2995,9 4288,9 1293 4288,9 2428,3 1860,6 всего, сек 2924.4 1255 4177.8 4179,4 2368 1809,8 Более D сек Число 39,5 19,1 59 58,7 33 26 dt>1 ce⊮ 11,2 24,2 35,5 20,2 15,5 35,6 dt > Dicek 10 D прерываний, сек Удерживать энергетику (при вводе значений)

Панель открывается клавишей 降 из линейки кнопок быстрого доступа.

Панель «Оценка прерываний на линии (Р.1623)»

Для каждого участка и направления выдаются следующие расчетные данные:

- суммарная продолжительность прерываний в год;
- суммарная продолжительность прерываний в год длительностью более D;
- суммарное число прерываний в год длительностью более 1 сек;
- суммарное число прерываний в год длительностью более D сек.

Комплекс предоставляет возможность непосредственного ввода требуемого числа прерываний на линии вверх и линии вниз с автоматическим расчетом требуемой надежности линии (коэффициента готовности по радиоклиматическим факторам). При воде нового значения по суммарному числу прерываний на линии комплекс автоматически выставит (итерационно) соответствующие значения на каждом из участков по критерию минимума энергетических затрат передающей ЗС на компенсацию дополнительных потерь в дожде.

При включенной опции «Удерживать энергетику (при вводе значений)» осуществляется автоматическое изменение ЭИММ для поддержания требуемого Eb/No.

При изменении ЭИИМ регулируемыми параметрами являются либо мощность УМ (при установленной опции «Если меняем ЭИИМ то меняем Рум»), либо диаметр антенны (при установленной опции «Если меняем ЭИИМ то меняем Go»).

#### 15. Панель «Структура отчета»

Панель «Структура отчета» предназначена для установки требуемой степени детализации итогового текста отчета по проектируемой линии спутниковой связи.

Панель открывается клавишей 💷 из линейки кнопок быстрого доступа или из основного меню «Отчет».

Структура отчета	×
Исходные данные	Детализация исходных данных
🥅 Центральная ЗС	спектр. хар-ки сигнала
🥅 Периферийная ЗС	параметры орбиты
🥅 Спутник связи	доп. параметры
	точка прицела антенн
-Линия (направление)	
🔽 Передающая ЗС	🔲 ЭИИМ 🔲 Углы
🔽 Участок "вверх"	🔽 с детализацией
🔽 Спутник ов язи	🔲 СЛТ 🔲 ЭИИМ 🔲 Углы 🔽 ІВО, ОВО
🔽 Участок "вниз"	🔽 с детализацией
🔽 Приемная 3С	🔲 G/Т 📃 Углы
Включить по линии	Результаты расчета Направление
C/No C/N	🔲 По направлению 🔽 Прямое
🔲 Доступность	🗌 Ресурсы
🔲 Задержки	🔲 Комментарии 🔽 Обратное
	Отчет

Панель «Структура отчета»

При генерации отчета по параметрам, которые зависят от дождя, даются расчетные значения для трех случаев:

1) чистое небо (нет дождя в зоне ЦЗС и ПЗС);

2) дождь только в зоне ЦЗС

3) дождь только в зоне ПЗС.

Отчет формируется в отдельном окне после нажатия на клавишу «Отчет». Пример стандартной формы отчета представлен на рисунке.

🔜 Генератор отчета	
🗅 🖶 🎒 👗 🖻 💼 🗠 MS Sans Serif 🔽 😽	
Расчет линии спутниковой связи (САПР Альбатрос-Бюджет) 28.07.2005 19:07:35	
Результаты расчета	
Направление: Денвер - Лос-Анжелес	
Передающая ЗС - "Денвер" Центральная частота на передачу, МГц 14472,0 Информационная скорость передачи, кбит/с 23600,0 Излучаемая мощность УМ, Вт 27,502 ЭИИМ, дБВт 75,64	
<b>Линия вверх</b> Дальность до КА, км 37698,405 Суммарные потери на линии, дБ 207,435 209,768 207,435 ППМ в точке положения КА, дБВт/м2 -87,129 -89,461 -87,129	
Тракт приема КА Добротность приемной системы КА, дБ/К 1,0 (С/No) на участке вверх, дБГц 97,806 95,474 97,806 (С/N) на участке вверх, дБ 24,004 21,672 24,004	
<b>Тракт передачи КА</b> ЭИИМ нас. (УМ в насыщении, односигнальный режим), дБВт 47,0 Парциальная ЭИИМ, дБВт 46,892 46,03 46,892	
Линия вниз   Дальность от КА до 3С, км 37815,4446   Суммарные потери на линии, дБ 206,044 206,044 206,77   ППМ в точке положения 3С, дБВт/м2 -115,99 -116,851 -116,716	N
Приемная 3С - "Лос-Анжелес" Центральная частота на прием, МГц 12172,0 Добротность (G/T) 3С, дБ/К 20,23 20,23 18,32 (С/Nо) на участке вниз, дБГц 89,679 88,817 87,042 (С/N) на участке вниз, дБ 15,877 15,015 13,24 (С/Nо) на линии в целом, дБГц 88,098 87,53 86,11 (С/N) на линии в целом, дБ 14,296 13,728 12,308 (Eb/No) на линии в целом, дБ 14,369 13,801 12,381	K

Пример сформированного отчета, включающего исходные данные по 3С

#### 16. Панель «База данных КА»

Панель «База данных КА» предназначена для поддержки работы с базой данных КА: загрузка файлов базы данных спутников связи; импорт данных по конкретному спутнику в главную панель; экспорт данных из главной панели в базу данных; удаления записей в базе данных; сохранения модифицированной базы данных в файл.

Панель открывается клавишей из линейки кнопок быстрого доступа или в меню «База данных КА» основного меню комплекса.

База данных по спутникам связи может поставляться ЗАО «ИКЦ Северная Корона» или набираться пользователем. База данных храниться в одном файле с расширением .xml.

Возможен любой вариант формирования базы в одном файле – «один спутник и все его стволы»; «много спутников с одним стволом»; «все спутники и все стволы». Рекомендуемая структура базы – «один файл – один спутник со всеми стволами».

#### Формирование новой базы данных

Для формирования новой базы данных по спутнику выберите в основном меню панели «Новая». Далее, в меню «Сервис» - «вставить из проекта в БД». В этом случае исходные данные по КА, сформированные в главной панели, экспортируются в базу

данных. Число таких записей в одну базу данных не ограничено. Для сохранения набора данных выберите «Файл БД» - «Сохранить».

## Загрузка существующей базы данных

При наличии готовых файлов с данными по КА выберите меню «Файл БД» - «Открыть» и укажите название файла базы данных. Пример открытой базы данных по спутнику «Экспресс-A1R» представлен на рисунке.

Б	База данных КА (С:\Temp\БД Альбатро 🗵							
đ	Файл БД Сервис							
		Наименование КА	Ствол 🔺					
	Þ	Эксперсс-А1R (40)	10					
		Эксперсс-А1R (40)	11					
		Эксперсс-А1R (40)	12					
		Эксперсс-А1R (40)	14					
		Эксперсс-А1R (40)	15					
		Эксперсс-А1R (40)	16					
		Эксперсс-А1R (40)	17					
		Эксперсс-А1R (40)	18					
		Эксперсс-А1R (40)	20					
		Эксперсс-А1R (40)	22					
		Эксперсс-А1R (40)	24 💌					
		Вставить в проект 🛛 🗖 🗛	товставка					

Панель «База данных КА»

## Импорт данных из базы в главную панель

Для вставки технических характеристик спутника в главную панель нажмите клавишу «Вставить в проект» - данные из базы будут переданы в проект с автоматическим расчетом сети и отображением результатов.

При включенной опции «Автовставка» импорт данных в главную панель будет происходить автоматически при перемещении по записям базы данных.

## 17. Панель «Список вариантов»

Сформированные исходные данные могут быть сохранены в файле. В одном файле могут храниться десятки вариантов исходных данных. Наименование текущего варианта отображается в Главной панели (внизу слева).

Для выбора текущего варианта используется панель «Список вариантов». Панель открывается клавишей 🔹 в Главной панели.

Данная панель позволяет:

- задать новый вариант исходных данных (после изменения параметров они будут сохранены в файле), переименовать или удалить текущий вариант;

- импортировать вариант из другого файла комплекса; если в импортируемом файле несколько вариантов – они все будут вставлены в текущий файл и отображены в списке вариантов панели.



Панель «Список вариантов»

#### 18. Панель «Спектральная характеристика излучения»

Панель «Спектральная характеристика излучения» предназначена для визуализации используемой модели распределения мощности излучения по спектру. Она может быть использована для отдельного анализа и проведения расчетов.

Панель открывается клавишей 🎽 из линейки кнопок быстрого доступа

Модель спектральных характеристик излучения выполнена в соответствии с рекомендациями SM.853-1, SM.328-10. В качестве исходных данных задаются стандартные параметры сигнала: вид модуляции, скорость передачи, относительная скорость сверточного кода и кода Рида-Соломона, значение фактора спада (Roll-Off factor). Характеристика этих параметров и особенности ввода значений рассмотрена в разделе описания оборудования ЗС главной панели.

При любом изменении значений исходных данных автоматически пересчитываются и выдаются на экран следующие параметры, характеризующие полосу излучения в Гц.

Рассчитываются аналитически:

- необходимая полоса частот, численно равная скорости манипуляции сигнала;

- занимаемая полоса частот, численно равная скорости манипуляции, умноженной на (1+Roll Off factor) (для модуляции MSK – скорость манипуляции, умноженная на 1.5);

- спектральная эффективность сигнала [Бит/с/Гц] (параметр может использоваться, например, для оценки пропускной способности стволов ретрансляции или сравнения различных типов сигналов по критерию спектральной эффективности).

Занимаемая полоса частот используется в комплексе при расчете требуемого частотного ресурса для сети спутниковой связи.

Рассчитываются итерационно по вложенным спектральным функциям:

- полоса частот по уровню минус 3 дБ;

- полоса частот по уровню минус 30 дБ;

- полоса частот по уровню минус Х дБ (Х - введенное пользователем значение);

- полоса частот, в пределах которой сосредоточено Е % мощности излучения;

- полоса частот соответствующая значению параметра  $\beta/2$ .



Панель «Спектральная характеристика излучения»

В качестве примера представлены графики распределения мощности излучения по спектру (модуляция – BPSK; информационная скорость передачи – 64 Кбит/с; относительная скорость сверточного кода - 1/2; относительная скорость кода Рида-Соломона – 188/204) для различных значений фактора спада (Roll-Off): 0.2, 0.4, 0.6 и 0.8.

#### 19. Панель «Потери в атмосфере и дожде на трассе распространения»

Панель «Потери в атмосфере и дожде на трассе распространения» предназначена для проведения отдельных расчетов.

Панель открывается клавишей 🇱 из линейки кнопок быстрого доступа.

Исходные данные и результаты расчета соответствуют рассмотренным в разделах «Панель «Оценка прерываний на линии (Р.1623)» и «Панель «Потери». Дополнительно позволяет получить графическое отображение зависимости изменения основных составляющих потерь от рабочей частоты излучения или угла места.







в) в зависимости от угла места

Пример получения графических данных по характеру изменения основных составляющих потерь

#### 20. Расчет солнечной интерференции

Панель «Солнечная интерференция» предназначена для расчета временных интервалов прямого попадания Солнца в диаграмму направленности антенны (для ЦЗС или ПЗС). Панель открывается из главного меню «Сервис» - «Солнечная интерференция» или клавишей 💭 в Главной панели.

Солнечная	я интерф	еренция					×
_Земная с	станция	Время		Год		П. Информения по 30	~
🖲 ЦЗС	⊙ пзс	GMT + 0	•	2005	-	Солнце	-
Bpems: GMT	Г+0ч						
Дата	Начало	Конец	Инте	овал			
26.02.2005	9:42:55	9:48:03	0:05:08	3			
27.02.2005	9:41:26	9:49:12	0:07:46	3			
28.02.2005	9:40:46	9:49:31	0:08:45	5			
01.03.2005	9:40:39	9:49:16	0:08:37	7			
02.03.2005	9:41:07	9:48:25	0:07:18	3			
03.03.2005	9:42:45	9:46:23	0:03:38	3			
12.10.2005	9:16:39	9:21:47	0:05:08	3			
13.10.2005	9:15:04	9:22:52	0:07:48	3			
14.10.2005	9:14:21	9:23:06	0:08:45	5			
15.10.2005	9:14:11	9:22:48	0:08:37	7			
16.10.2005	9:14:35	9:21:57	0:07:22	2			
17.10.2005	9:16:01	9:20:06	0:04:05	5			
26.02.2006	9:43:34	9:47:28	0:03:54	4			
27.02.2006	9:41:41	9:49:01	0:07:20	)			
28.02.2006	9:40:52	9:49:29	0:08:37	7			
01.03.2006	9-40-37	9-49-22	0.08.44	5			<b>–</b>
Старт	Сто	п Очи	стить	Вре	вмя	10.10.2006 9:41:13	

Пример расчета временных интервалов солнечной интерференции

Порядок расчета:

1. Выбирать ЗС (ЦЗС или ПЗС).

2. Установить местное время, на которое делается расчет (например, московское летнее время отличается от гринвичского среднего времени на 4 ч, то есть необходимо установить значение GMT+ «4»).

3. Задать год, на который делается расчет.

4. Для включения в отчет исходных данных по 3С необходимо включить опцию «Информация по 3С».

5. Опция «Солнце» включает режим отображения положения Солнца на карте (существенно замедляет вычисления).

Для начала расчета – нажмите клавишу «Старт». Для останова – клавишу «Стоп». Текущее время отображается в строке вывода значения в нижней части панели.

В качестве исходных данных будут использованы координаты положения 3С, углы места и азимута наведения антенны, диаметр антенны, центральная частота и характеристики излучения. Расчет ширины диаграммы направленности проводиться для нижней границы частоты излучения сигнала.

#### 21. Расчет углов места и азимута на Луну или Солнце

Панель «Луна и Солнце» открывается из главного меню «Сервис» - «Луна и Солнце».

Панель предназначена для получения расчетных данных по углам места и азимута на Солнце и Луну для заданной точки положения на поверхности Земли на любой интервал времени. Данная функция может быть полезной для определения опорного направления при оценке истинных углов азимута направления на местности.

Результаты расчетов могут отображаться в графическом виде, либо в виде таблицы.



Пример графического отображения результатов расчета углов места и азимута направления на Луну

🛃 Луна и Сол	нце					<u> </u>
Pa 🗃 🔀	🔀 🗖 ciB	tnFace 💌				
Координать Широта пол Долгота пол	и местопо. южения, г южения, г	<b>Данные</b> пожения рад 60,0 рад 30,0	<b>по углам мест</b> с.ш. (60 град 0 в.д. (30 град 0	<b>та и азимута Лунь</b> Ю мин ОО сек) О мин ОО сек)	I	
Дата 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005 30.09.2005	Время 03:38:00 03:40:00 03:42:00 03:44:00 03:46:00 03:48:00 03:50:00 03:50:00 03:52:00 03:54:00 03:56:00	Азимут 57,653 58,077 58,499 58,922 59,344 59,766 60,187 60,608 61,028 61,448	Угол места 0,046 0,245 0,446 0,647 0,85 1,053 1,257 1,462 1,668 1,875			
30.09.2005 <b>-</b> 01.10.2005 <b>-</b>	Время Время	Время GMT + <mark>4</mark>	Объект С Солнце С Луна	Параметр Угол азимута Угол места	—Точка контрол Широта, град Долгота, град	60 30
Запуск	🔲 Леген;	ца 🔽 Текст	]			

Пример табличного отображения результатов расчета углов места и азимута направления на Луну

Порядок расчета:

1. Выбирать временной интервал: верхнее поле определяет начальную дату и время, нижнее – конечную.

2.Установить местное время, на которое делается расчет (например, московское летнее время отличается от гринвичского среднего времени на 4 ч, то есть необходимо установить значение GMT+ «4»).

3. Выбрать объект: Луну или Солнце.

4. Выбрать параметры, которые будут отображаться (угол места или/и угол азимута);

5. Установить координаты точки, для которой будут получены расчетные значения углов.

6. Если результаты необходимо представить в табличном виде – включить опцию «Текст».

7. Нажать клавишу «Запуск».

# 22. Использование комплекса для расчета только одного направления и режим «Вещание»

Комплекс предоставляет возможность проведения расчета только одного (любого) направления, а также расчет в режиме «Вещание» (обе станции работают только на прием).

Дополнительные опции в объекте «Модем» позволяют включить/выключить передатчик ЗС. При выключении режима работы ЗС на излучение комплекс интерпретирует ее как только приемную станцию. При этом с главной и ряда дополнительных панелей «убираются» избыточные поля и объекты.



Интерфейс комплекса при расчете линии с обратным каналом



Интерфейс комплекса при расчете линии без обратного канала

При выключении режима передачи на обеих станциях комплекс интерпретирует ситуацию как переход в режим «Вещание». В этом режиме вся излучаемая ЭИИМ считается парциальной, а ствол принудительно переводиться в режим АРУ (автоматическая регулировка усиления). Парциальная ЭИИМ определяется мощностью УМ и установленным коэффициентом недоиспользования по выходу ОВО (то есть нет необходимости в задании фидерной линии).



Интерфейс комплекса в режиме «Вещание»

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru

ЦЗС и ПЗС выступают в роли приемных станций. Параметры излучаемого со спутника сигнала можно установить в специальной панели, открываемой кнопкой»Сигнал».

Режим «Вещание» может быть полезен при расчете приемных станций систем НТВ, а также в тех ситуациях, когда известны только параметры излучения от спутника.

Внимание! После выхода из режима «Вещания» необходимо выключить опцию «АРУ» в панели «Усилитель мощности».

#### 23. Справочник по базам данных ITU

Предназначен для получения численных оценок геоклиматических параметров для произвольных географических координат. Визуализирует отдельные используемые цифровые карты BR ITU.

В справочник включены следующие цифровые карты:

- высота нулевой изотермы, км (рекомендация Р.839);

- интенсивность дождя, превышаемая в 0.01% года, мм/час (рекомендация Р.837);

- среднегодовая поверхностная температура (рекомендация Р.1510);

- поверхностная плотность водяного пара, г/м3 (рекомендация Р.836);

- высоты над уровнем моря, км (рекомендация Р.1511);

- градиент рефрактивности, не превышаемый в 1%, 10%, 50%, 90%, 99% года (рекомендация Р.453).



а) контурное представление

б) градиентная заливка



а) контурное представление б) градиентная заливка Интенсивность дождя, превышаемая в 0.01% года, мм/ч

Отображение цифровых данных возможно в виде контуров равных значений или в виде градиентной заливки. При перемещении курсора мышки по карте в нижней части панели отображаются координаты положения курсора и значение параметра в соответствии с выбранной цифровой картой. Отдельные примеры представлены на рисунках.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

#### І. Пример расчета линии спутниковой связи

(на примере спутника Ямал-200, Ки-диапазон)

#### 1. Основные этапы проведения расчета

В данном примере рассматривается типовая процедура расчета линии спутниковой связи на примере спутника «Ямал-200» и одного из стволов Ки-диапазона.

Процедура расчета включает следующие основные этапы:

- подготовка исходных данных;

- ввод исходных данных и проведение предварительного расчета;

- поиск оптимального результата;

- результирующий расчет и генерация отчета.

#### 2. Подготовка исходных данных

#### 2.1. Структура исходных данных

На этом этапе формируются исходные данные для проведения расчета. В частности:

- данные по спутнику связи и стволу ретрансляции;

- предварительные исходные данные по аппаратуре земных станций;

- требования к качественным характеристикам линии (требуемое отношение Eb/No, значение коэффициента готовности линии; в ряде случав - ограничение по числу прерываний на линии).

Следует иметь ввиду, что технические характеристики спутника связи и его бортового ретрансляционного комплекса, а также требования к качественным характеристикам линии в большинстве случаев не могут изменяться на всех этапах расчета. Это своего рода постоянные (константы). Смысл расчета заключается в определении таких характеристик оборудования земных станций, при которых себестоимость канала связи требуемого качества будет минимальной. При этом себестоимость канала существенно определяется эксплуатационными (прежде всего аренда используемого ресурса спутника) и капитальными (во многом определяемыми диаметром антенн земных станций) затратами.

#### 2.2. Постановка задачи

Предположим, необходимо организовать линию передачи данных между станциями, размещенными в населенных пунктах Москва и Екатеринбург. При этом информационная скорость передачи в прямом направлении (Москва – Екатеринбург) должна быть не менее 256 кбит/с, в обратном (Екатеринбург – Москва) - не менее 32 кбит/с.

Предположим также, что работа линии планируется в Ки-диапазона, а в качестве спутника выбран «Ямал-200».

#### 2.3. Исходные данные по спутнику связи и стволу ретрансляции

В качестве исходных данных по спутнику связи и стволу ретрансляции целесообразно использовать данные из официальных источников. Например, технические характеристики спутника «Ямал-200» и его бортового ретрансляционного комплекса представлены в документе «Регламент по взаимодействию с пользователями ресурса спутника «Ямал-200» в орбитальной позиции 90 град в.д.» (в дальнейшем «Регламент»), размещенном на официальном сайте ОАО «Газком».

Необходимые исходные данные по спутнику связи и стволу ретрансляции, представленные в «Регламенте», можно свести в таблицу (Таблица 1).

		Гаолица 1
№	Параметр	Значение
1	Позиция на геостационарной орбите	90 град в.д.
2	Номер используемого транспондера	4
3	Центральная частота на прием	14300 МГц
4	Центральная частота на передачу	11500 МГц
5	Ширина полосы частот	72 МГц
6	Поляризация на прием	горизонтальная

7	Поляризация на передачу	вертикальная
8	ЭИИМ транспондера (насыщение, односигнальный	не менее 48 дБВт
	режим, центральная частота)	
9	Снижение мощности УМ от мощности насыщения	Не более 3 4.5 дБ
10	Добротность	не менее 3.0 дБ/К
11	ППМ (SFD) насыщения в пределах всей зоны	От минус 77 дБВт/м2 до минус 97 дБВт/м2
	обслуживания	
12	Отношение уровня несущей к интермодуляционным	25 дБ при суммарной мощности на 3 дБ
	составляющим 3-го порядка	ниже мощности насыщения

Кроме того, необходимо иметь данные по зонам обслуживания и по приему и по передаче. Зоны обслуживания спутника «Ямал-200» Ки-диапазона представлены на Рис. 1.



б) на передачу Рис.1 Зона обслуживания спутника Ямал-200 Ки-диапазона

Перед началом проведения расчета целесообразно уточнить у первичного оператора (в данном случае ОАО «Газком») значения параметров, которые Регламенте задаются диапазоном значений. Прежде всего:

- установленное значение ППМ (SFD) для данного ствола (значение может быть меняться в диапазоне от минус 77 до минус 97 дБВт/м2 и существенно влияет на результаты расчета);

- установленное оператором снижение выходной мощности передатчика транспондера от мощности насыщения (как правило, 3 дБ или 4.5 дБ).

Кроме того, данные по ЭИИМ и добротности ствола, представленные в Таблице и на рисунке зон обслуживания, отличаются. Целесообразно уточнить и эти параметры.

Предположим, что с первичным оператором были согласованы значения данных параметров, представленные в Таблице 2.

		Таблица 2
N⁰	Параметр	Значение
1	ППМ (SFD) насыщения	минус 90 дБВт/м2
2	Снижение мощности УМ	3 дБ
3	ЭИИМ транспондера (насыщение, односигнальный режим)	50 дБВт
4	Добротность	4.0 дБ/К

При расчете процента отбираемого частотного ресурса (полосы частот) комплекс будет рассчитывать выделяемую (назначенную) полосу частот сигнала с учетом запаса на разнос. Запас на разнос, как правило, определяется первичным оператором.

Как следует из Регламента, запас на разнос для стволов спутника «Ямал» равен:

- 1.4 при скорости в канале от 34 кбит/сек;

- 1.5 при скорости в канале менее 34 кбит/сек.

#### 2.4. Предварительные исходные данные по аппаратуре земных станций

Предположим, что предварительные параметры земных станций (3С) выбраны такими, как это представлено в Таблице 3.

			Габлица З
N⁰	Параметр	3C 1	3C 2
1	Условное наименование	Москва	Екатеринбург
2	Широта положения	54 град с.ш.	52 град с.ш.
3	Долгота положения	50 град в.д.	68 град в.д.
4	Диаметр антенны	2.4 м	1.2 м
9	Шумовая температура антенны	30 K	30 K
10	Шумовая температура МШБ	60 K	60 K
7	Мощность передатчика	1 Вт	0.8 Вт
5	Потери в фидере тракта приема	0.5 дБ	0.5 дБ
6	Потери в фидере тракта передачи	0.5 дБ	0.5 дБ
8	Усиление антенны на частоте передачи	49.2 дБ	43.2 дБ
8	Усиление антенны на частоте приема	47,4 дБ	41.3 дБ
11	Информационная скорость передачи	256 кбит/с	32 кбит/с
12	Вид модуляции	QPSK	QPSK
13	FEC	1/2	1/2
14	Рид-Соломон	200/220	200/220
15	Турбокодирование	есть	есть
16	Оверхед, %	нет	нет

#### 2.5. Требования к качественным характеристикам линии

Требования к качественным характеристикам линии, определяемые характеристиками используемого оборудования земных станций, видом услуг и назначением линии, сводим в таблицу. Примерные значения указаны в Таблице 4.

			Тиотпци
№	Параметр	Значение	Примечание
1	Требуемое отношение Eb/No	10 дБ	Зависит от используемого оборудования и
			вида услуг
2	Коэффициент готовности линии	99,9%	Зависит от назначения
3	Число прерываний длительностью	требование не	Зависит от назначения
	более 10 сек в средний год	предъявляется	

#### 3. Ввод исходных данных по спутнику

Таблина 4

**Внимание!** Необходимо учитывать, что непосредственное введение данных (после набора значения в строке ввода) во встроенную в комплекс математическую модель осуществляется либо путем смены фокуса (клавиша «Tab»), либо нажатием на кнопку «Enter». Сброс набранных, но не введенных данных – клавиша «Esc». Если данные введены не корректно, то программный комплекс вернет в строку ввода предыдущее значение.

### 3.1. Открываем программный комплекс «Альбатрос-Бюджет»

Запускаем файл Network.exe. Открывается Главная панель комплекса, представленная на





Рис.2 Главная панель комплекса после его запуска

### 3.2. Сохраняем проект в файл

Для избежания потери данных сразу сохраняем проект в файл. Для этого нажимаем кнопку «Сохранить» и в диалоговом окне указываем наименование файла проекта.

### 3.3. Конфигурируем комплекс под задачу

Конфигурируем комплекс под задачу:

- если рассчитывается линия в прямом и обратном направлении – нечего не делаем;

- если рассчитывается линия только в прямом направлении - выключаем опцию «передача» на Периферийной ЗС в разделе «Модем»;

- если рассчитывается линия только в обратном направлении - выключаем опцию «передача» на Центральной ЗС в разделе «Модем»;

- если рассчитывается сеть спутникового непосредственного вещания – выключаем опцию «передача» в разделе «Модем» и на Центральной и на Периферийной ЗС.

В описываемом варианте рассчитывается линия в прямом и обратном направлении.

### 3.4. Вводим данные по спутнику и параметрам БРТК.

**Внимание!** Принципиально важно сохранить следующий порядок ввода данных для избежания изменения уже введенных значений:

- позиция спутника на геостационарной орбите (поле «Позиция, град» Главной панели);

- *центральные частоты* ствола на прием и передачу (дополнительные панели «Тракт передачи транспондера КА» и «Тракт приема транспондера КА»);

- зона обслуживания по приему и передаче (задается шириной диаграммы направленности и точкой прицела бортовых антенн).

Редактирование значений ЭИИМ и (G/T) целесообразно проводить после формирования требуемой зоны обслуживания по трактам приема и передачи (при изменении ширины диаграммы направленности меняется усиление бортовой антенны и соответственно могут измениться значения добротности или ЭИИМ).

Следует иметь ввиду, что структура бортового ретранслятора представлена в следующем виде: (приемная бортовая антенна  $\Rightarrow$  усилитель преобразователь  $\Rightarrow$  передающая бортовая антенна). То есть ствол один, антенны по тракту приема и передачи разные.

#### Главная панель.

Вводим в Главной панели:

- Наименование КА: «Ямал-200»;

- Позиция, град: 90 град в.д.;

- SFD (ППМ насыщения): минус 90 (при вводе в одной строке ввода автоматически меняется значение в другой, так как ствол один).

#### Панель «Тракт приема транспондера КА»

Двойным щелчком в поле «(G/T), дБ/К» спутника связи открываем панель для ввода данных по тракту приема. Вводим:

- центральная частота на прием: 14300 МГц;

- поляризация на прием: горизонтальная.

Как следует из рисунка, на котором представлена зона обслуживания на прием, антенная система спутника формирует почти равномерную зону обслуживания и «накрывает» практически всю территорию России.

С учетом высокой равномерности покрытия зоны обслуживания диаграмму направленности бортовой антенны в пределах основного лепестка (по уровню минус 3 дБ) целесообразно не учитывать. Для этого:

- включаем специальную опцию «Равномерная зона».

В этом случае введенное значение добротности приемной системы будет одинаково во всех направлениях в пределах зоны обслуживания.

Формируем диаграмму направленности, «накрывающую» практически всю территорию России. Для этого:

- вводим ширину диаграммы направленности, например, 7 град на 7 град;

- утапливаем кнопку, расположенную рядом со строкой ввода значения добротности в Главной панели;

- нажимаем на левую кнопку мышки и перемещаем ее (идет процесс изменения точки прицела антенны) по поверхности карты до максимального приближения к заявленной зоне обслуживания (в данном случае принципиальным для расчета линии является только условие положения обеих земных станций в зоне обслуживания).

- отпускаем кнопку – зона сформирована.

Вводим значение добротности приемной системы:

- (G/T), дБ/К (добротность приемного тракта): 4.0 дБ/К (после задания зоны обслуживания и центральной частоты приемного тракта значение может вводиться как из Главной панели, так и из панели «Тракт приема транспондера КА»).

Тракт приема тра	энспондера КА			×
—Боли меняем Go, то:-	—Боли меняем (G/T), т	о—Прицел,	град	
💽 Меняем диаметр	💽 меняем Тш	Широта	Долгота Разорот МВ	
🔘 Меняем КИП	🔘 меняем Go	60,0	86,0 이 主 🗖	
Тшумаркв., К П	отери в фидере, дБ 3	/силение антени	ны, дБ (G/T), дБ/К	
176,55777	0,5	26,96887	4,0	
Поляризация	кип	0,65	Равномерная зон	а
горизонтальная 👻	ШДН, град	7,0	7,0	
Частота ПРМ, МГЦ 14300,0	Диаметр антенны, м	0,18464	0,18464	

#### Рис.3 Результат работы с панелью

С учетом того, что включена опция «Равномерная зона», введенное значение добротности будет одинаковым в пределах всей зоны обслуживания (по уровню минус 3 дБ).

После смены фокуса (или нажатия на клавишу «Enter») закрываем панель «Тракт приема транспондера КА».

#### Панель «Тракт передачи транспондера КА»

Проводим действия, аналогичные вводу значений по тракту приема.

Двойным щелчком в поле «ЭИИМ, дБВт» открываем панель для ввода данных по тракту передачи. Вводим:

- центральная частота на передачу: 11500 МГц;

- поляризация на передачу: вертикальная.

Как следует из рисунка, на котором представлена зона обслуживания на передачу, антенная система спутника формирует почти равномерную зону обслуживания и «накрывает» практически всю территорию России.

С учетом высокой равномерности зоны обслуживания диаграмму направленности бортовой антенны в пределах основного лепестка (по уровню минус 3 дБ) целесообразно не учитывать. Для этого:

- включаем специальную опцию «Равномерная зона».

В этом случае введенное значение ЭИИМ будет одинаково во всех направлениях в пределах зоны обслуживания.

Формируем диаграмму направленности, «накрывающую» практически всю территорию России. Для этого:

- вводим ширину диаграммы направленности, например, 7 град на 7 град;

- утапливаем кнопку, расположенную рядом со строкой ввода значения ЭИИМ в Главной панели;

- нажимаем на левую кнопку мышки и перемещаем ее (идет процесс изменения точки прицела антенны) по поверхности карты до максимального приближения к заявленной зоне обслуживания (в данном случае принципиальным для расчета линии является только условие положения обеих земных станций в зоне обслуживания).

- отпускаем кнопку – зона сформирована.

Вводим значение ЭИИМ в насыщении для односигнального режима:

- ЭИИМ, дБВт: 50 дБВт (после задания зоны обслуживания и центральной частоты передающего тракта значение может вводиться как из Главной панели, так и из панели «Тракт передачи транспондера КА»).

Тракт передачи	гранспондера КА	١				×
—Боли меняем Go, то:-	—Боли меняем ЭИИМ,	то	-Прицел,	град —		
💽 Меняем диаметр	💽 меняем Рум		Широта	Долгота	Разорот	MB
🔘 Меняем КИП	🔘 меняем Go		60,0	86,0	이 🔶	
Мощность УМ, Вт П	отери в фидере, д Б 🖇	/силен	ие антен	ны, дБ	ЭИИМ, д	5Bt
220,35006	0,4	26,9	6887		50,0	
Поляризация	кип	0,65	i		Равномерна	вя зона
вертикальная	ШДН, град	7,0		7,0		
11500,0	Диаметр антенны, м	0,22	959	0,2	2959	
· · ·						

Рис.4 Результат работы с панелью

С учетом того, что включена опция «Равномерная зона», введенное значение ЭИИМ будет одинаковым в пределах всей зоны обслуживания (по уровню минус 3 дБ).

После смены фокуса (или нажатия на клавишу «Enter») закрываем панель «Тракт передачи транспондера КА».

#### Настройка параметров бортового усилителя мощности

Двойным щелчком в поле «ЭИИМ п» или нажатием на кнопку **Ξ** «Дополнительные параметры ствола» открываем панель «Усилитель мощности».

В поле «ОВО, дБ» вводим установленный первичным оператором коэффициент снижения выходной мощности от мощности насыщения: ЗдБ.

В разделе «Интермодуляция» вводим:



Рис.5 Результат работы с панелью

После смены фокуса (или нажатия на клавишу «Enter») закрываем панель.

#### Ввод полосы частот ствола

Открываем панель «Частотный ресурс» нажатием на одноименную кнопку в линейке кнопок быстрого доступа Главной панели.

В строке «Ствол, МГц» вводим значение полосы частот ствола (при вводе в одной строке ввода автоматически меняется значение в другой, так как ствол один; ввод будет проведен после смены фокуса или нажатия на клавишу «Tab»).

Частотный ресур	c		×
Направление	на ПЗС	на ЦЗС	
Ствол, МГЦ	72	72	
Сигнал, кГц	89,6	89,6	
Направление, кГц	89,6	89,6	
Процент, %	0,12	Þ,12	
	0%	0%	

Рис.6 Результат работы с панелью

После смены фокуса (или нажатия на клавишу «Enter») закрываем панель.

#### 3.5. Ввод основных характеристик ЗС

Вводим географические координаты и наименование станций в Главной панели.

Двойным щелчком мышки в строке ввода «ЭИИМ, дБВт» или «(G/T), дБ/К» (в разделе «Центральная земная станция) открываем панель **«Антенно-фидерная система 3С «Москва»** и вводим:

- диаметр антенны: 2.4 м;
- потери в фидере тракта передачи: 0.5 дБ;
- потери в фидере тракта приема: 0.5 дБ;
- мощность передатчика: 1 Вт;
- шумовая температура антенны: 30 К;
- шумовая температура МШБ: 60 К.

Так как при редактировании любых одних параметров комплекс автоматически проводит согласование всех связанных с ними других параметров, то перед вводом усиления антенны устанавливаем опцию «Если меняем Go, то:» в позицию «КИП» и вводим усиление антенны: 49.2 дБ (тракт передачи) и 47.4 (тракт приема). Если усиление антенны не известно, то значение усиления будет вычислено автоматически после ввода ее диаметра по данным о коэффициенте использования поверхности.

Антенно-фидерн	ая система З	IC "M	осква"		×
Диаметр антенны, м 2,4	Боли меняем Go О Меняем диам О Меняем КИП	, то:	-Боли меняем ЭИ	ИМ (( (Тш)	G/T), то 🔽 Круг
Мощность УМ, Вт – П	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны	, дБ	ЗИИМ, дБВт
1,0	0,5		49,2		48,7
f передачи, МГЦ		кип	0,64305		
14300,0		шдн	0,53853		
Т шума экв., К 👘 П	Іотери в фидере,	дБ З	/силение антенны	, дБ	(G/T), дБ/К
116,42602	0,5		47,4		26,2395
f приема, МГЦ Тант	30,0	кип	0,65694		
11500,0 Тмшб	60,0	шдн	0,66965		

Рис.7 Результат работы с панелью

В окнах «ЭИИМ» и «(G/T), дБ/К» отобразятся результирующие значения ЭИИМ и добротности 3С «Москва»: 48.7 дБВт и 26.24 дБ/К соответственно.

- Закрываем панель «Антенно-фидерная система ЗС «Москва».
- В разделе «Модем» вводим:
- информационная скорость передачи: 256 кбит/с;
- вид модуляции: QPSK;
- относительная скорость сверточного кода (FEC): 1/2;
- относительная скорость кода Рида-Соломона: 200/220.

Устанавливаем запас на разнос. Для этого открываем панель «Спектральная характеристика излучения» путем нажатия на кнопку «Спектральные характеристики». Устанавливаем запас на разнос равный 1.4 (см. исходные данные по спутнику).

Спектральная	а характер	истика излучения	a 🛛 🖄
–Параметры с	игнала	Результаты рас	чета
Вид модуляции	QPSK 🔽	Символьная скорость, КБод	281,6
Скор. пер. кбит/с	256 💌	Занимаемая полоса	337,92
Оверхед, %	0 🔻	(Оссиріед), кі ц Вылоляенся полося	
Сверточный код	1/2 💌	(Allocated), КГц	394,24
Рид-Соломон	200/220 👻	Шумовая полоса, дБГц	54,496
Roll-Off	0,2 🔻	Спектральная эффективность,	0,758
Запас на разнос	1,4 💌	Бит/с/Гц ОК	Применить

Рис.8 Результат работы с панелью

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru Закрываем панель клавишей «ОК».

Двойным щелчком мышки в строке ввода «ЭИИМ, дБВт» или «(G/T), дБ/К» (в разделе «Периферийная земная станция) открываем панель **«Антенно-фидерная система ЗС «Екатеринбург»** и вводим:

- диаметр антенны: 1.2 м;

- потери в фидере тракта передачи: 0.5 дБ;
- потери в фидере тракта приема: 0.5 дБ;
- мощность передатчика: 0.8 Вт;
- шумовая температура антенны: 30 К;
- шумовая температура МШБ: 60 К.

Так как при редактировании любых одних параметров комплекс автоматически проводит согласование всех связанных с ними других параметров, то перед вводом усиления антенны устанавливаем опцию «Если меняем Go, то:» в позицию «КИП» и вводим усиление антенны: 43.2 дБ (тракт передачи) и 41.3 (тракт приема). Если усиление антенны не известно, то значение усиления будет вычислено автоматически после ввода ее диаметра по данным о коэффициенте использования поверхности.

Антенно-фидерн	ная система В	BC "E	катеринбург"	×
Диаметр антенны, м 1,2	-Боли меняем Go С Меняем диал О Меняем КИГ	, то:— метр I	—Боли меняем ЗИИМ ( меняем Рум (Тш) меняем Go	(G/T), то 🔽 Круг
Мощность УМ, Вт Г	Тотери в фидере,	дБ З	/силение антенны, дБ	ЭИИМ, дБВт
0,8	0,5		43,2	41,7309
f передачи, МГЦ		кип	0,64611	
14300,0		шдн	1,07706	
Тшума экв., К Г	Тотери в фидере,	дБ З	/силение антенны, дБ	(G/T), дБ/К
116,42602	0,5		41,3	20,1395
f приема, МГЦ, Тант	30,0	кип	0,64504	
11500,0 Тмшб	60,0	шдн	1,3393	

Рис.9 Результат работы с панелью

В окнах «ЭИИМ» и «(G/T), дБ/К» отобразятся результирующие значения ЭИИМ и добротности ЗС «Екатеринбург»: 41.7 дБВт и 20.14 дБ/К соответственно.

Закрываем панель «Антенно-фидерная система ЗС «Екатеринбург».

В разделе «Модем» вводим:

- информационная скорость передачи: 32 кбит/с;

- вид модуляции: QPSK;

- относительная скорость сверточного кода (FEC): 1/2;

- относительная скорость кода Рида-Соломона: 200/220.

Устанавливаем запас на разнос. Для этого открываем панель «Спектральная характеристика излучения» путем нажатия на кнопку «Спектральные характеристики». Устанавливаем запас на разнос равный 1.5 (см. исходные данные по спутнику).

Спектральная	а характер	истика излучения	a 🗵
–Параметры с	игнала	Результаты рас	чета
Вид модуляции	BPSK 🔻	Символьная скорость, КБод	70,4
Скор. пер. кбит/с	32 💌	Занимаемая полоса	84,48
Оверхед, %	0 🔻	(Оссиріед), кі ц Вылоляенняя полося	
Сверточный код	1/2 💌	(Allocated), КГц	105,6
Рид-Соломон	200/220 👻	Шумовая полоса, дБГц	48,476
Roll-Off	0,2 🔻	Спектральная эффективность,	0,379
Запас на разнос	1,5 🔻	Бит/с/Гц ОК	Применить

Рис.10 Результат работы с панелью

АО «Информационный Космический Центр «Северная Корона» Тлф: +7 (812) 922-36-21, E-mail org@spacecenter.ru; http://www.spacecenter.ru

Закрываем панель клавишей «ОК».

*Обратите внимание:* в Главной панели значение добротности приемной системы ЗС приводиться с учетом шума дождя.

#### 4. Задание требуемого коэффициента готовности линии и числа прерываний

Открываем панель «Готовность линии» одноименной кнопкой Главной панели. По умолчанию коэффициент готовности для каждого направления равен 99.0%. Последовательно для каждого направления в поле «Кг на линии (с.г.)» вводим требуемое значение 99.9, нажимаем клавишу Enter и дожидаемся окончания процесса поиска оптимальных значений на каждом из участков.

Готовность линии			×
Направление	на ПЗС	на ЦЗС	
Кглинии вверх, %	99,5	99,5	
Кглинии вниз, %	99,5	99,5	
Кг на линии (с.г)	99,0	99,0	
Клна линии (х.м.)	96,88	96,88	
Простой (с.г.), ч	87,6	87,6	
Простой (х.м.), ч	22,76	22,76	
Число прер-ий	1109,06	1114,01	

А) в начале

отовность линии		×
Направление	на ПЗС	на ЦЗС
Кглинии вверх, %	99,95	99,96
Кглинии вниз, %	99,96	99,95
Кг на линии (с.г)	99,91	99,91
Кгна линии (х.м.)	99,62	99,62
Простой (с.г.), ч	7,88	7,88
Простой (х.м.), ч	2,8	2,8
Число прер-ий	144,55	145,62

В) в конце

×

а ЦЗС ,991 ,991 ,982 ,91 54 58 .66

Рис. 11 Результат работы с панелью

В ряде случаев может быть введено ограничение по числу прерываний на линии длительностью более 10 сек в средний год.

Если это необходимо, то последовательно для каждого направления в поле «Число прерий» вводим требуемое значение 36, нажимаем клавишу Enter и дожидаемся окончания процесса поиска оптимальных значений на каждом из участков.

Готовность лини	и	×
Направление	на ПЗС	на ЦЗС
Кглинии вверх, %	99,95	99,96
Кг линии вниз, %	99,96	99,95
Кг на линии (с.г)	99,91	99,91
Клна линии (х.м.)	99,62	99,62
Простой (с.г.), ч	7,88	7,88
Простой (х.м.), ч	2,8	2,8
Число прер-ий	144,55	145,62
<b>A</b> >		
A)	в начале	

Рис. 12 Результат работы с панелью

Из рисунка видно, что выполнение требования по ограничению числа прерываний является более жестким – соответствует коэффициенту готовности 99,99

#### 5. Предварительный расчет линии

Предварительный расчет линии проведен автоматически после ввода всех исходных данных.



Рис. 13 Результат работы с панелью

Как видно из рисунка, линия, удовлетворяющая требованиям по надежности, тем не менее, не удовлетворяет требованиям по энергетике (отношение Eb/No).

Поиск оптимального результата заключается в выборе таких характеристик земных станций, при которых выполнялось бы требуемое отношение «сигнал/шум».

Например, так как требование по отношению «сигнал/шум» не выполнено и в прямом и в обратном направлениях, то необходимо увеличить диаметр антенны одной или обеих 3С.

Увеличиваем диаметр антенны 3С «Москва» до 3.8 м, а диаметр антенны 3С «Екатеринбург» до 1.8 м. Результат представлен на рисунке.



Рис. 14 Результат работы с панелью

Если в обратном направлении требование выполнено, то в прямом энергетики не достаточно.

В случае, если энергетику линии в прямом направлении будем повышать путем увеличения мощности излучения ЗС «Москва», то для этого достаточно ввести в поле «Eb/No» ЗС «Екатеринбург» требуемое значение (например, 10), нажать на клавишу Enter и дождаться окончания процесса поиска соответствующей мощности излучения. Результат представлен на рисунке.



Рис. 15 Результат работы с панелью

Требования по энергетическим и надежностным характеристикам линии выполнены. Проверяем используемые ресурсы ствола спутника связи.

Точные значения можно получить используя генератор отчета. В частности, открываем панель «Структура отчета», выделяем «Ресурсы» и нажимаем кнопку «Отчет».

	L	~
Структура отчета		×
Исходные данные	Детализация	исходных данных
🔲 Центральная ЗС	🔲 спектр. хар-ки сигнала	
🔲 🔲 Периферийная 3С	параметры орбиты	
Спутник связи	🗖 доп. параметры	
	🔲 точка при	цела антенн
–Линия (направление)		
🔲 Передающая ЗС	Г ЭИИМ Г	Углы
🔲 Участок "вверх"	🗖 с детализацией	
🔲 Спутник связи	Г ЭЛ Г ЭИИМ Г	Углы 🥅 ІВО, ОВО
🔲 Участок "вниз"	Г с детализацией	
🔲 Приемная 3С	Г ол Г	Углы
	D	
ВКЛЮЧИТЬ ПО ЛИНИИ	-Результаты расчета-	направление
	П по направлению	_ Прямое
Доступность	Ресурсы	
] Задержки	Комментарии	Соратное
🔲 Выделить все	🔽 Чистый лист	Отчет

Рис. 16

Семейство программных продуктов «Альбатрос». Программный комплекс «Бюджет».



Рис. 17 Пример получения точных данных об используемых ресурсах ствола спутника связи

Из отчета видно, что процент используемой энергетики составляет 3.4%, а процент используемой полосы 0.7 %. То есть используемый энергетический ресурс превышает используемый частотный ресурс почти в 5 раз. С точки зрения стоимости аренды это не выгодно.

Пользователю предоставляется возможность самому определить оптимальные параметры аппаратуры земных станций с использованием этого программного комплекса.

#### **П.** Порядок установки программного комплекса

#### 1. Порядок установки программного комплекса

Перед первым запуском программного комплекса необходимо установить на персональный компьютер:

- собственно программный комплекс;

- драйверы HASP-ключей.

Дистрибутив программного комплекса, а также программа установки драйверов HASPключей размещены на официальном сайте компании в зоне поддержки пользователей САПР "Альбатрос".

#### 2. Установка программного комплекса

Специальной установки программного комплекса не требуется. Достаточно разместить на жестком диске компьютера распакованный дистрибутив. Запуск комплекса осуществляется двойным щелчком мышки на исполняемом файле "Network.exe"

#### 3. Установка драйверов HASP-ключей

Для установки драйверов выберите и запустите из папки «drivers» файл «HASPUserSetup.exe».

#### 4. Запуск программного комплекса

Подключите к USB-порту HASP-ключ и запустите комплекс путем запуска файла «Network.exe».

#### Ш. Возможные сбои при запуске программного комплекса

#### 1. Выдается сообщение, представленное на рисунке 10.



Это означает, что не подключен HASP-ключ или не установлены соответствующие драйверы. Необходимо проверить правильность подключения к USB-порту ключа HASP (успешное подключение сигнализируется подсветкой красного цвета на ключе) или переустановить драйверы HASP-ключей.