



Руководство по эксплуатации

ИМИТАТОР СИГНАЛОВ ГНСС
AKMETEX ATGE-9400

НОМЕР РЕВИЗИИ: МТЛБ.453689.039 РЭ

Содержание

1. Обзор продукта.....	4
1.1 Краткое описание прибора.....	4
1.2 Конфигурация прибора и технические характеристики.....	4
1.2.1 Название прибора.....	4
1.2.2 Конфигурация прибора.....	4
1.3 Порядок работы.....	5
2. Обзор программного обеспечения.....	5
2.1 Описание программного обеспечения.....	5
2.2 Требования к программной среде.....	6
3. Инструкция по работе с программным обеспечением.....	7
3.1 Запуск программного обеспечения.....	7
3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы.....	8
3.2.1 Компоновка интерфейса.....	8
3.2.2 Меню «Сценарий».....	10
3.2.3 Меню «Симулятор».....	14
3.2.4 Меню «Управление имитацией».....	15
3.2.5 Меню «Вид».....	17
3.2.6 Меню «Инструменты».....	21
3.2.7 Меню «Сохранения данных».....	24
3.2.8 Меню «Компоновка окон».....	26
3.2.9 Меню «Справка».....	29
3.2.10 Панель инструментов программного обеспечения.....	31
3.2.10.1 Кнопка «Старт».....	31
3.2.10.2 Кнопка «Стоп».....	31
3.2.10.3 Кнопка «Объект мониторинга».....	32
3.2.10.4 Кнопка «Редактировать сценарий».....	32
3.2.10.5 Кнопка «Время имитации».....	33
3.2.10.6 Кнопка «Карта неба».....	34
3.2.10.7 Кнопка «График траектории».....	36
3.2.10.8 Кнопка «Динамика объекта».....	37
3.2.10.9 Кнопка «Наблюдаемые данные».....	37
3.2.10.10 Кнопка «График мощности».....	39
3.2.10.11 Кнопка «Карта мира».....	40
3.2.10.12 Кнопка «Журнал».....	41
3.2.10.13 Кнопка «Выход».....	41
4 Редактирование сценария имитации.....	42
4.1 Время имитации.....	44
4.2 Параметры спутниковой группировки.....	45
4.2.1 Редактирование параметров спутниковой группировки.....	46
4.2.2 Редактирование параметров спутника.....	49
4.2.2.1 Ошибка часов.....	50
4.2.2.2 PRN.....	52

4.2.2.3 Целостность.....	53
4.2.2.4 Аппаратная задержка.....	54
4.2.2.5 Диаграмма направленности передающей антенны спутника.....	57
4.2.2.6 Параметры имитационных эфемерид.....	58
4.3 Параметры объекта.....	60
4.3.1 Начальное положение.....	60
4.3.2 Редактирование траектории.....	61
4.3.2.1 Редактирование имитационной траектории.....	62
4.3.2.2 Импорт внешнего файла траектории.....	73
4.3.3 Параметры антенны.....	74
4.3.4 Имитация инерциальной навигации.....	78
4.3.4.1 Модель погрешностей гироскопа.....	81
4.3.4.2 Модель погрешностей акселерометра.....	89
4.4 Ошибка распространения.....	97
4.4.1 Ионосфера.....	97
4.4.2 Тропосфера.....	98
4.5 Имитация помех.....	99
4.5.1 Имитационные помехи (дезинформирующие).....	99
4.5.2 Ретранслированные помехи.....	101
4.5.3 Подавляющие помехи.....	102
4.6 Моделирование аномалий при имитации.....	105
4.6.1 Скачок времени спутниковых часов.....	106
4.6.2 Медленно меняющаяся аномалия (эфемерид).....	107
4.6.3 Скачок/медленное изменение псевдодальности.....	108
4.6.4 Аномалия мощности.....	110
4.6.5 Искажение сигнала.....	111
4.6.6. Прерывание сигнала.....	112
4.6.7 Ионосферный шторм.....	113
4.6.8 Ионосферная сцинтилляция.....	114
4.7 Управляющие скрипты.....	115
4.7.1 Редактирование скрипта управления мощностью.....	115
4.7.2 Редактирование скрипта ошибки псевдодальности.....	117
4.7.3 Редактирование скрипта временной ошибки.....	118
4.7.4 Редактирование скрипта навигационного сообщения.....	119
5 Техническое обслуживание.....	121
5.1 Самодиагностика системы.....	121
5.2 Аномалия выходного сигнала.....	121
5.3. Ежедневное техническое обслуживание оборудования.....	122
6 Транспортировка и хранение.....	123
6.1 Хранение прибора.....	123
6.2 Транспортировка прибора.....	123

1. Обзор прибора

1.1 Краткое описание прибора

Имитатор сигналов ГНСС построен на расширяемой аппаратной платформе с использованием открытых протоколов управления и связи, что позволяет создавать гибкие тестовые системы.

Имитатор сигналов ГНСС поддерживает глобальную систему сигналов спутниковой навигации BeiDou, обеспечивает имитацию сигналов четырёх основных мировых спутниковых навигационных систем и поддерживает вывод комбинированных многоканальных сигналов группировок BDS/GPS. Прибор обладает способностью формировать высокостабильные стандартные импульсные сигналы 1PPS и опорные тактовые сигналы 10 МГц.

1.2 Конфигурация прибора и технические характеристики

1.2.1 Название прибора

Имитатор сигналов ГНСС ATGE-9400 АКМЕТЕХ

1.2.2 Конфигурация прибора

BDS: B1I, B1C, B2a, B2b, B2I, B3I

GPS: L1CA, L1C, L2C, L5

GLONASS: L1OF, L1OC, L2OF, L2OC, L3OC

Galileo: E1, E5a, E5b

Интерфейс модуля авторизации зарезервирован. В дальнейшем возможна поддержка расширения для всех авторизованных сигналов BeiDou, а также сигналов SBAS и общедоступных сигналов остальных четырёх основных мировых навигационных систем.

1.3 Порядок работы

При использовании имитатора соблюдайте следующую последовательность действий:

1. Последовательно включите питание имитатора, управляющего компьютера и пользовательского устройства (после подачи питания на имитатор рекомендуется прогрев в течение 5–10 минут).
2. В процессе проверьте правильность подключения всех кабелей (сетевой, радиочастотный, последовательный и т.д.).
3. Откройте программное обеспечение управления сценариями и в новом проекте сценария отредактируйте параметры, необходимые для имитации.
4. После запуска имитации выходной сигнал можно контролировать в реальном времени с помощью интерфейса ПО управления сценариями: включать/выключать сигнал, регулировать мощность и выбирать режим модуляции.

2. Обзор программного обеспечения

2.1 Описание программного обеспечения

Программное обеспечение управления сценариями предназначено для использования с имитатором ATGE-9400 и в основном включает функции редактирования и управления сценариями имитации, контроля процесса имитации и мониторинга состояния имитации. С помощью данного ПО пользователь может задавать и редактировать параметры спутниковых группировок, ошибки спутниковых часов, начальное положение, время имитации, статические и динамические траектории, параметры ошибок, параметры окружающей среды и т.д.

2.2 Требования к программной среде

Программное обеспечение управления сценариями должно использоваться совместно с фоновым серверным ПО (которое, как правило, запускается по умолчанию после включения питания) и самим имитатором. Роль данного ПО в общей системе показана на Рисунке 2-1.

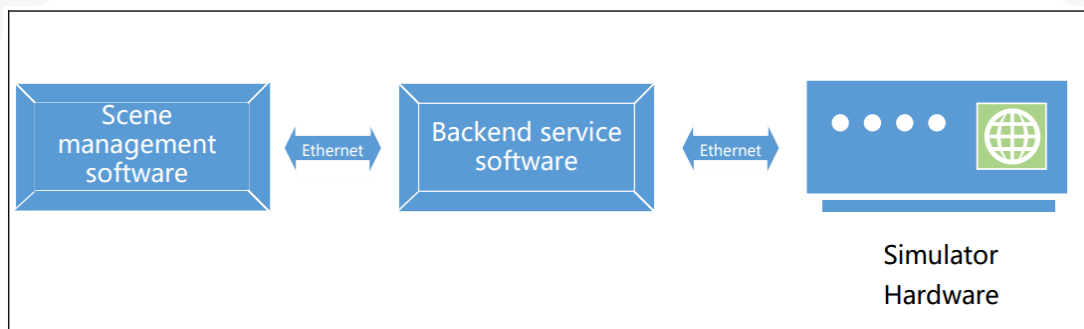


Рисунок 2-1 – Место программного обеспечения для управления сценариями в системе

Примечание: ПО управления сценариями не взаимодействует напрямую с аппаратным обеспечением имитатора, а использует для этого серверное ПО. Связь между ПО управления сценариями и фоновым серверным ПО осуществляется по Ethernet-каналу с использованием протокола TCP. Оба программных компонента могут работать на одном и том же или на разных компьютерах.

2.2 Требования к программной среде

Аппаратное обеспечение компьютера: 4 ГБ и более оперативной памяти, процессор Intel Core i5 и выше, не менее 10 ГБ свободного места на жестком диске.

Операционная система: Windows XP и выше, 64-разрядная ОС. Требуется выполнить следующие настройки:

Настройка формата времени: Установите краткий формат даты гггг-ММ-дд.

Настройки брандмауэра: Отключите брандмауэр, в противном случае модули могут не обнаруживаться.

3.1 Запуск программного обеспечения

Настройки сетевого адаптера: в Windows 7 необходимо обратить внимание на настройки сетевого адаптера, иначе ПО может не запуститься в режиме моделирования. В диспетчере устройств выберите сетевой адаптер, правой кнопкой мыши — свойства, вкладка «Дополнительно», отключите все параметры, связанные с IPv4, а также опцию Jumbo Frame.

Настройки IP: IP-адрес сети должен быть в диапазоне 10.129.41.XXX, маска подсети — 255.255.255.0. При ошибочных настройках IP модули не будут обнаружены.

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.1 Запуск программного обеспечения

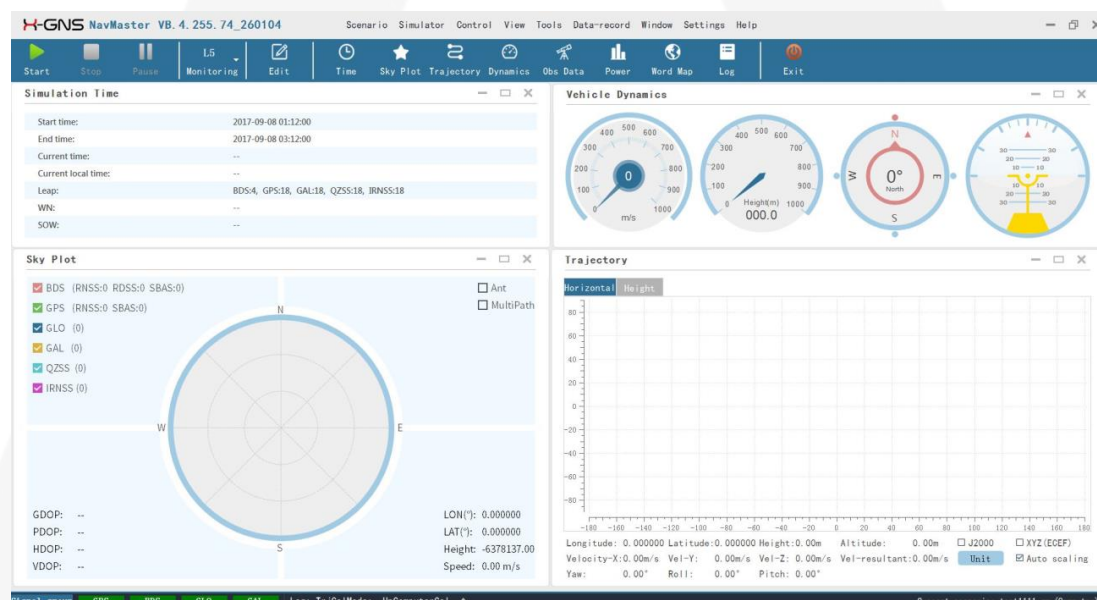
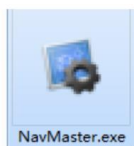


Рисунок 3-1 – Главное окно программного обеспечения

Перейдите в каталог bin в директории программы и дважды щёлкните



значок **NavMaster.exe**, чтобы запустить программное обеспечение. Главное окно программы представлено на Рисунке 3-1.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

3.2.1 Компоновка интерфейса

Главное окно программного обеспечения условно разделено на пять областей: строка заголовка, строка меню, панель инструментов, область отображения подокон мониторинга имитации и строка состояния.

Строка заголовка состоит из двух частей: в левой части отображается название и номер версии программного обеспечения, в правой части расположены кнопки сворачивания, разворачивания и закрытия окна, как показано на Рисунке 3-2.

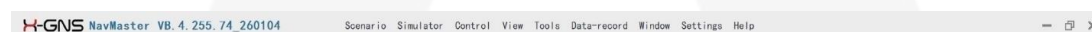


Рисунок 3-2 – Строка заголовка программного обеспечения

Панель инструментов: содержит 14 кнопок: «Запуск», «Стоп», «Пауза», «Объекты мониторинга», «Время моделирования», «2D-график», «Наблюдаемые данные», «Динамические параметры», «График мощности», «Звездное небо», «График траектории», «Информация о пользователе», «Журнал», «Выход», как показано на Рисунке 3-3.



Рисунок 3-3 – Панель инструментов программного обеспечения

Область отображения подокон представляет собой контейнер для окон мониторинга состояния имитации. Её пустое и заполненное состояния показаны на Рисунке 3-4 и Рисунке 3-5 соответственно.

Строка состояния включает в себя: слева — кнопки быстрого включения/выключения сигнала для каждого объекта мониторинга (частотной точки); справа от них — быстрый переход к окну журнала; справа — название текущего загруженного сценария имитации, как показано на Рисунке 3-6.

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

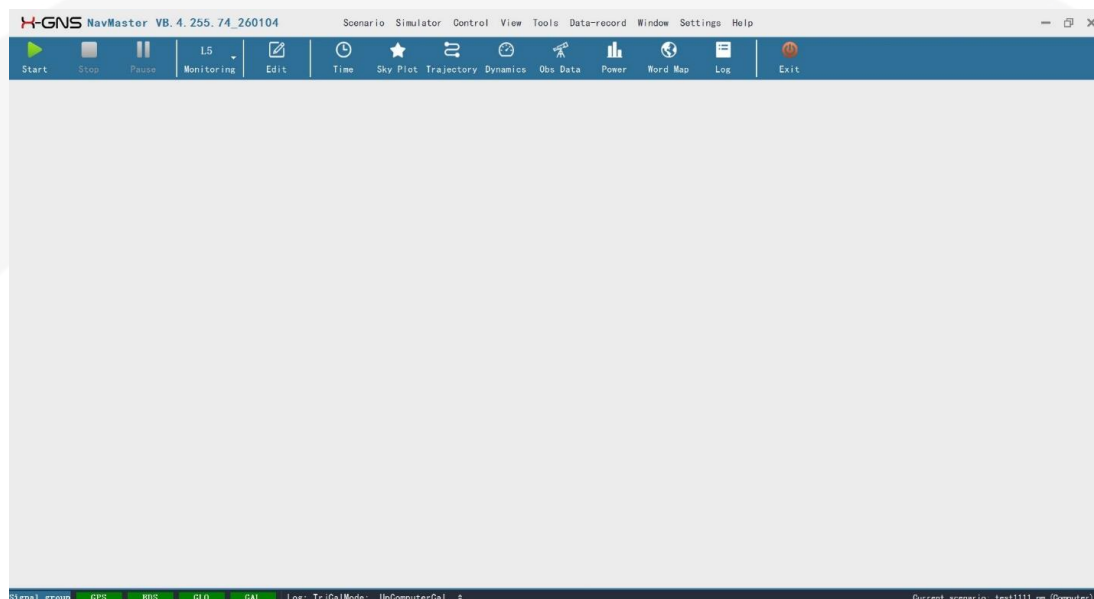


Рисунок 3-4 – Область отображения подокон пуста

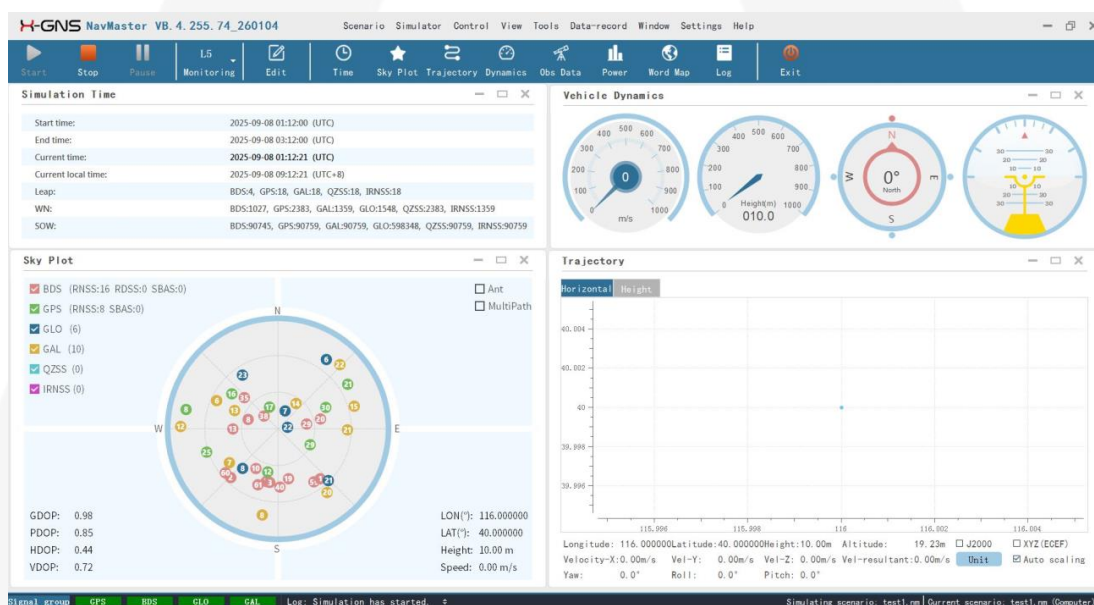


Рисунок 3-5 – Область отображения подокон заполнена



Рисунок 3-6 – Строка состояния программного обеспечения

3.2.2 Меню «Сценарий»

В меню «Сценарий» содержатся следующие пункты: «Новый сценарий», «Открыть сценарий», «Недавние сценарии», «Редактировать сценарий», «Многопользовательский сценарий», «Сохранить как», «Закрыть сценарий» и «Выход». Эти пункты обеспечивают доступ к редактированию параметров сценария имитации. Развернутое меню «Сценарий» показано на Рисунке 3-7.

1. Новый сценарий: создание нового набора параметров сценария имитации и его сохранение по указанному ниже пути в рабочем каталоге (Рисунок 3-8).

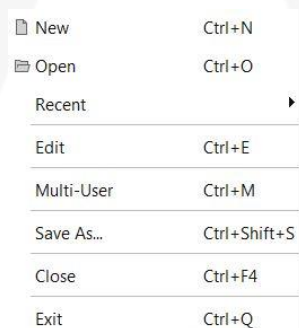


Рисунок 3-7 – Развернутое меню «Сценарий»

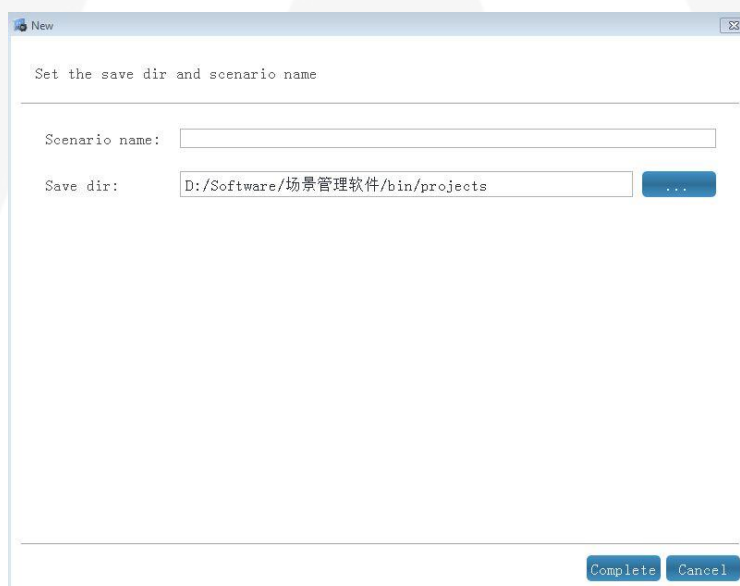


Рисунок 3-8 – Окно создания нового сценария

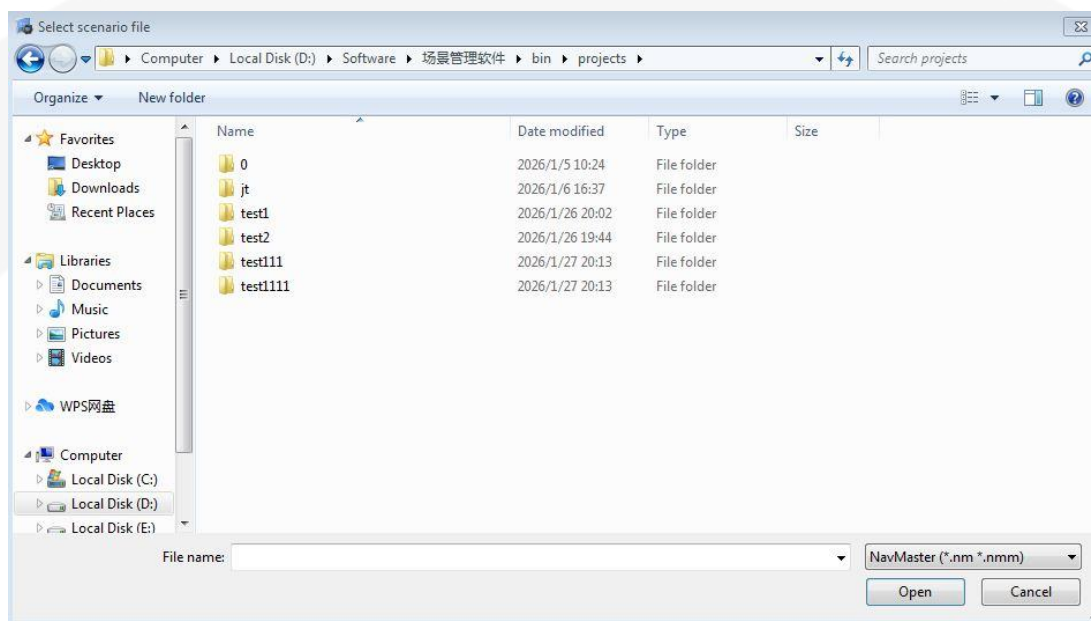
3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

Рисунок 3-9 – Окно открытия сценария

2. Открыть сценарий: выбор сохраненного файла сценария имитации и его загрузка (Рисунок 3-9).
3. Недавние сценарии: позволяет быстро выбрать и загрузить файл сценария имитации, который открывался последним (Рисунок 3-10).

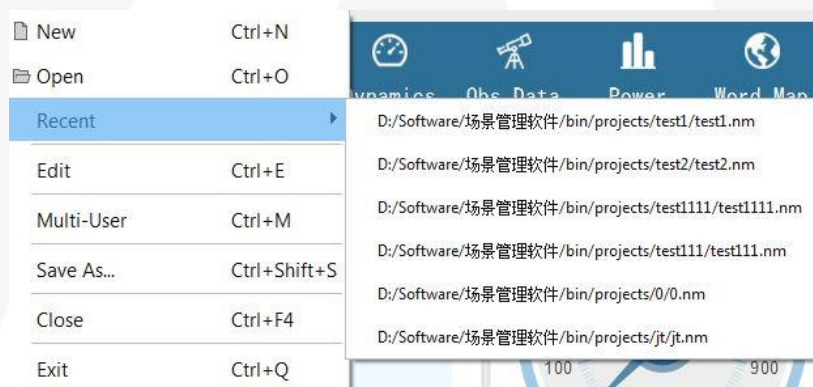


Рисунок 3-10 – Окно недавних сценариев

4. Редактировать сценарий: открытие интерфейса редактирования сценария для изменения параметров имитации (Рисунок 3-11). Описание функций и использования пункта «Редактировать сценарий» приведено в Главе 4.

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

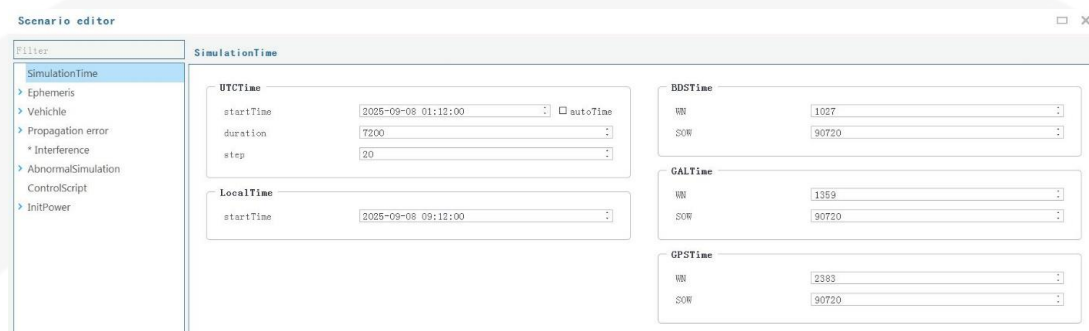


Рисунок 3-11 – Окно редактирования сценария

5. Многопользовательский сценарий: создание, выбор или редактирование файла сценария имитации для нескольких пользователей (Рисунок 3-12).

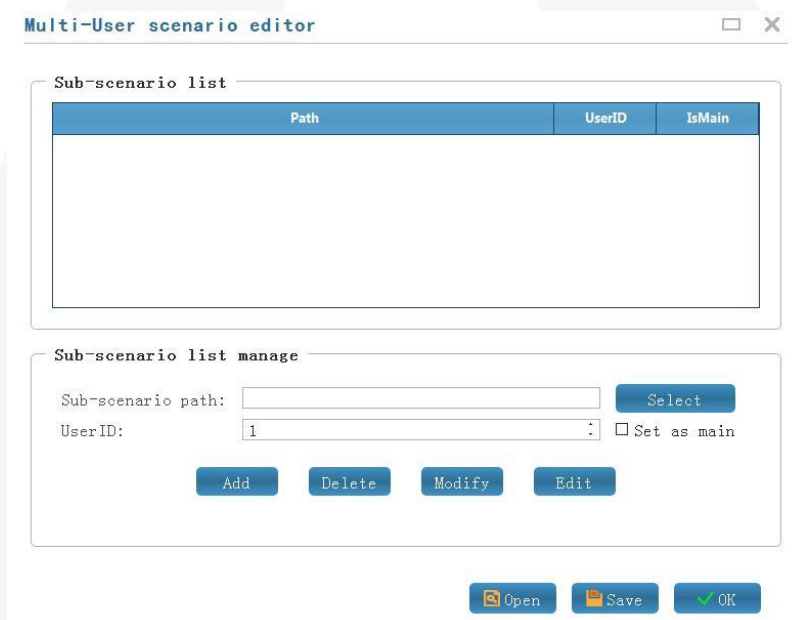


Рисунок 3-12 – Окно многопользовательского сценария

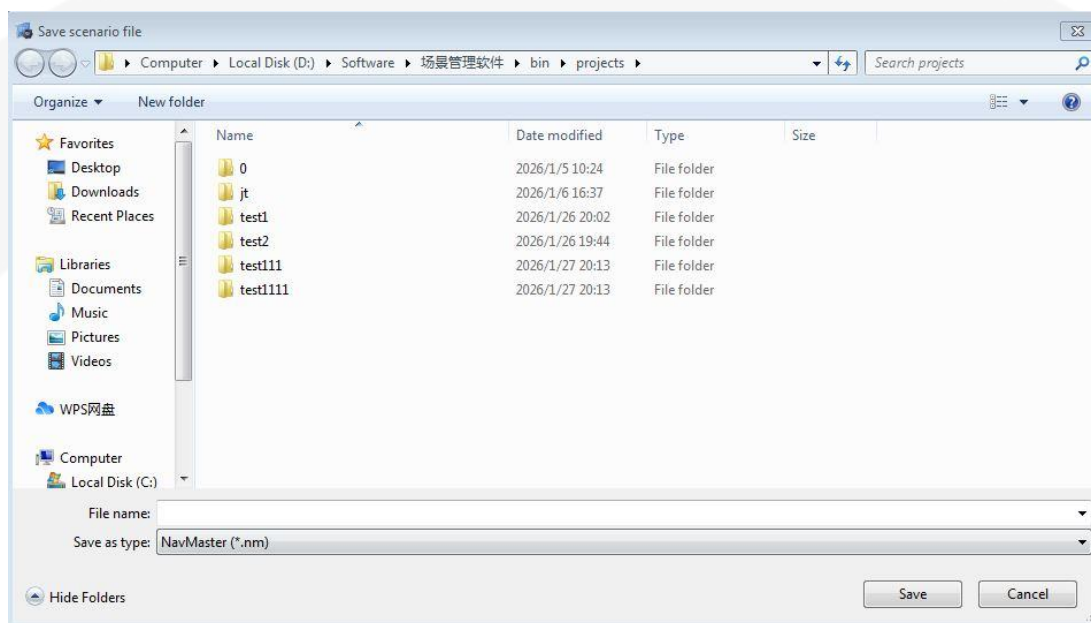
3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

Рисунок 3-13 – Окно сохранения сценария

При работе с многопользовательскими сценариями необходимо сначала создать новые сценарии для каждого пользователя, а затем скомпоновать их в данном многопользовательском сценарии. Порядок пользователей — с первого по восьмой (фактическое количество добавляемых пользователей соответствует поддерживаемому числу).

Просмотреть детальные настройки каждого сценария можно, нажав кнопку «Просмотр».

6. Сохранить как: создание копии текущего сценария имитации и её сохранение в другом каталоге или под другим именем. После выбора пользователем пути для сохранения файла сценария необходимо нажать кнопку «Открыть». Если операция не требуется, нажмите кнопку «Отмена» (Рисунок 3-13).
7. Закрыть сценарий: закрытие текущего открытого файла сценария имитации.
8. Выход: закрытие программного обеспечения.

3.2.3 Меню «Симулятор»

Меню «Симулятор» содержит пункт «Управление симулятором», предназначенный для настройки и управления одним или несколькими устройствами, подключенными к сети.

1. Управление симулятором: включает параметры подключения и отображение статуса подключения.

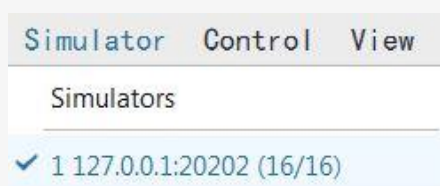


Рисунок 3-14 – Развернутое меню «Симулятор»

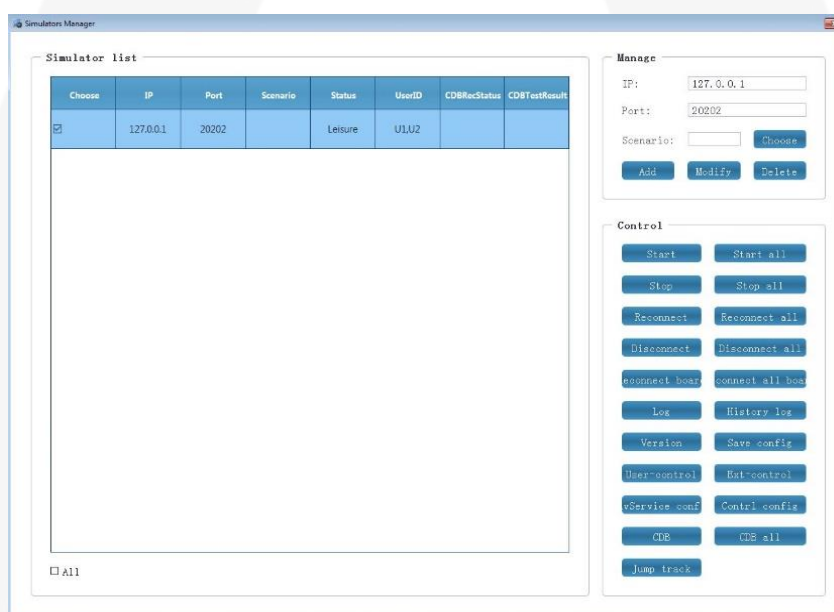


Рисунок 3-15 – Интерфейс настройки параметров управления симулятором

Позволяет добавлять и удалять IP-адреса и порты в интерфейсе управления для использования в сценариях с несколькими устройствами, когда программное обеспечение и устройства работают на разных компьютерах. Развернутое меню «Симулятор» показано на Рисунке 3-14, а интерфейс настройки параметров управления — на Рисунке 3-15.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

1. **Список:** отображает список всех управляемых имитаторов. Текущий имитатор помечен символом "√". При клике на элемент списка происходит переключение на выбранный имитатор. При клике на любой элемент (включая текущий) выполняется проверка статуса подключения имитатора. Если подключение отсутствует, будет предпринята попытка переподключения.
2. **Управление:** позволяет редактировать IP-адрес и номер порта компьютера, на котором работает управляющее программное обеспечение.
3. **Контроль:** операции по отключению и повторному подключению управляющего ПО и аппаратного устройства.

3.2.4 Меню «Управление имитацией»

Меню «Управление имитацией» содержит следующие настройки функций: «Управление мощностью каналов» и «Управление подавлением помех». Развернутое меню «Управление имитацией» показано на Рисунке 3-16.

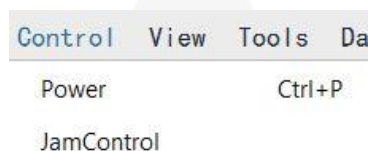


Рисунок 3-16 – Развернутое меню «Управление имитацией»

1. **Управление мощностью каналов:** в интерфейсе настройки мощности каналов отображается информация, соответствующая текущей частотной точке: номера спутников (SVID), значения мощности, цифровое ослабление и режим модуляции. Регулировка мощности осуществляется с помощью программируемого аттенюатора. Интерфейс показан на Рисунке 3-17.
2. **Управление имитацией подавлением помех:** объединяет команды управления источником помех, включая выбор IP-адреса для вывода соответствующей платы подавления, управление включением

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

/выключением выходного сигнала подавления, настройку частотной модуляции, амплитудной модуляции, установку выходной частоты, регулировку выходной мощности и т.д. Интерфейс показан на Рисунке 3-18 (настройка параметров приведена в разделе 4.5.3 «Параметры настройки подавления помех»).



Рисунок 3-17 – Окно управления мощностью каналов

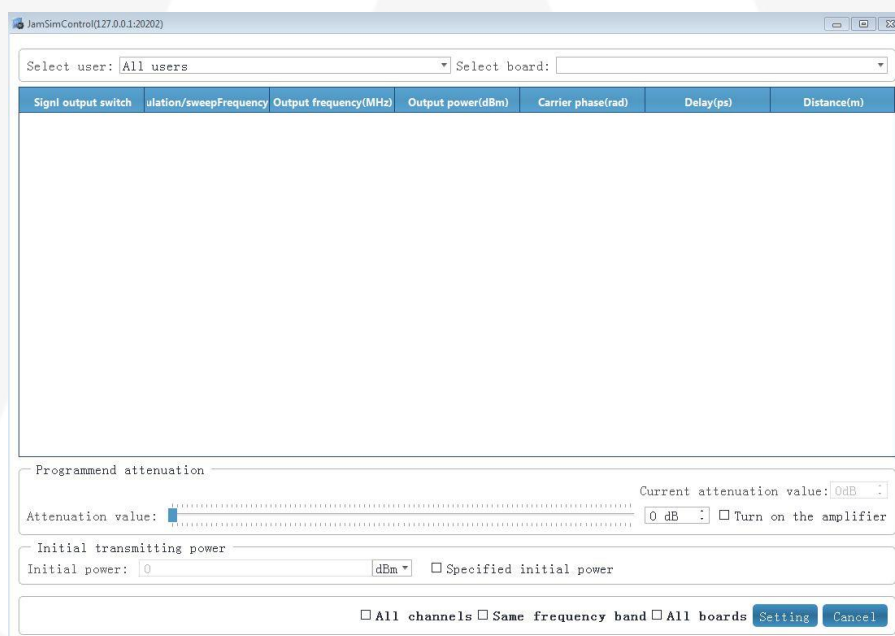


Рисунок 3-18 – Интерфейс управления имитацией подавления помех

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

Примечание: для формирования сигнала подавления помех перед выводом необходимо установить соответствующие аппаратные компоненты.

3.2.5 Меню «Вид»

Меню «Вид» предоставляет доступ к различным окнам мониторинга состояния моделирования: «Журнал», «Карта мира», «Время имитации», «Звёздное небо», «Динамика объекта», «График траектории», «Наблюдаемые данные», «График мощности». Развернутое меню «Вид» показано на Рисунке 3-19.

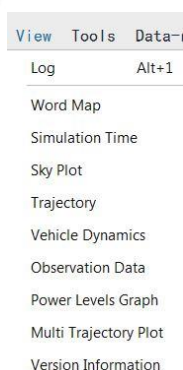


Рисунок 3-19 – Развернутое меню «Вид»

Примечание: пункты меню становятся доступными для отображения только после редактирования сценария.

1. Журнал: открывает окно с журналом событий (Рисунок 3-20).

Log	Info	Critical	Warning	Debug
Datetime	Level	Text		
2026-01-2...	Info	TrjCalMode: UpComputerCal		
2026-01-2...	Info	127.0.0.1 : 20202 Disconnected.		
2026-01-2...	Info	Connect to 127.0.0.1 : 20202 ...		
2026-01-2...	Info	127.0.0.1 : 20202 Connected.		
2026-01-2...	Info	TrjCalMode: UpComputerCal		
2026-01-2...	Info	127.0.0.1 : 20202 Disconnected.		
2026-01-2...	Info	Connect to 127.0.0.1 : 20202 ...		
2026-01-2...	Info	127.0.0.1 : 20202 Connected.		
2026-01-2...	Info	TrjCalMode: UpComputerCal		
2026-01-2...	Info	Start simulation...		
2026-01-2...	Info	Package scene file : D:/Software/场景管理软件/bin/SceneZipTmp/test1.zip		
2026-01-2...	Info	Check simulator's scene file status.		
2026-01-2...	Info	Send Re-Connect-CMD to reconnect unconnected board.		
2026-01-2...	Info	Send start command.		
2026-01-2...	Info	Waiting for the simulator to initialize (10s) ...		
2026-01-2...	Info	Stop simulate.		
2026-01-2...	Info	Simulation finished.		
2026-01-2...	Info	Start simulation...		
2026-01-2...	Info	Simulation has started.		

Рисунок 3-20 – Окно с журналом событий

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

2. 2D-график (Карта мира): открывает окно с двухмерной картой мира (Рисунок 3-21).
3. Время имитации: открывает окно с отображением параметров времени имитации (Рисунок 3-22).
4. Звёздное небо: открывает окно с отображением карты неба (положения спутников) (Рисунок 3-23).

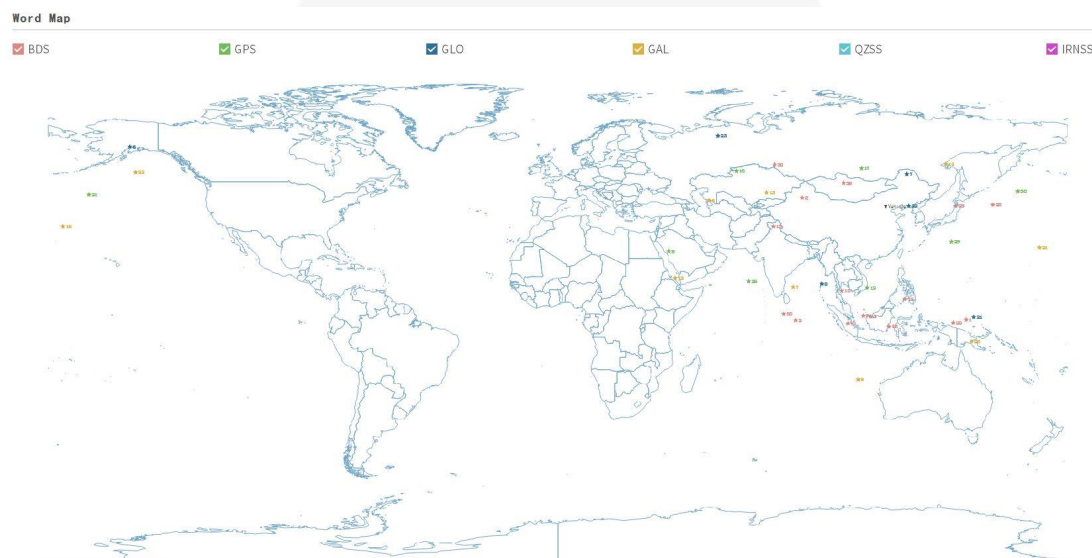


Рисунок 3-21 – Окно с двухмерной картой мира

Simulation Time		— □ ×
Start time:	2025-09-08 01:12:00 (UTC)	
End time:	2025-09-08 03:12:00 (UTC)	
Current time:	2025-09-08 01:14:14 (UTC)	
Current local time:	2025-09-08 09:14:14 (UTC+8)	
Leap:	BDS:4, GPS:18, GAL:18, QZSS:18, IRNSS:18	
WN:	BDS:1027, GPS:2383, GAL:1359, GLO:1548, QZSS:2383, IRNSS:1359	
SOW:	BDS:90858, GPS:90872, GAL:90872, GLO:598461, QZSS:90872, IRNSS:90872	

Рисунок 3-22 – Окно с отображением параметров времени имитации

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы



Рисунок 3-23 – Окно с отображением карты неба

5. Динамика объекта: открывает окно с отображением параметров динамики движения объекта (Рисунок 3-24).

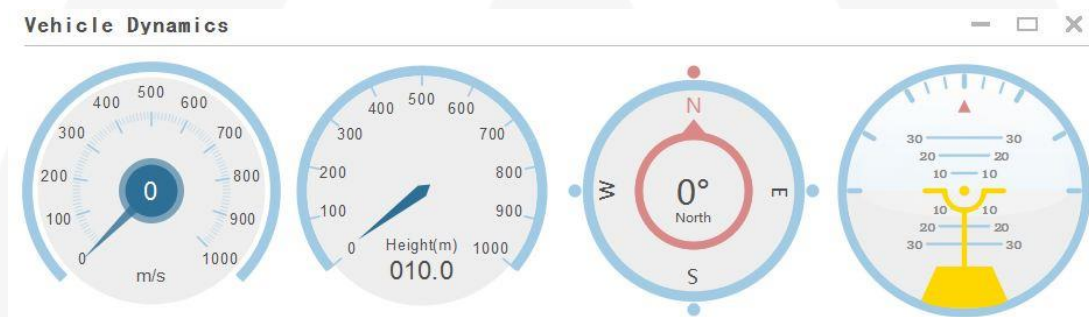


Рисунок 3-24 – Окно с отображением параметров динамики движения объекта

6. График траектории: открывает окно с отображением траектории движения объекта (Рисунок 3-25).

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

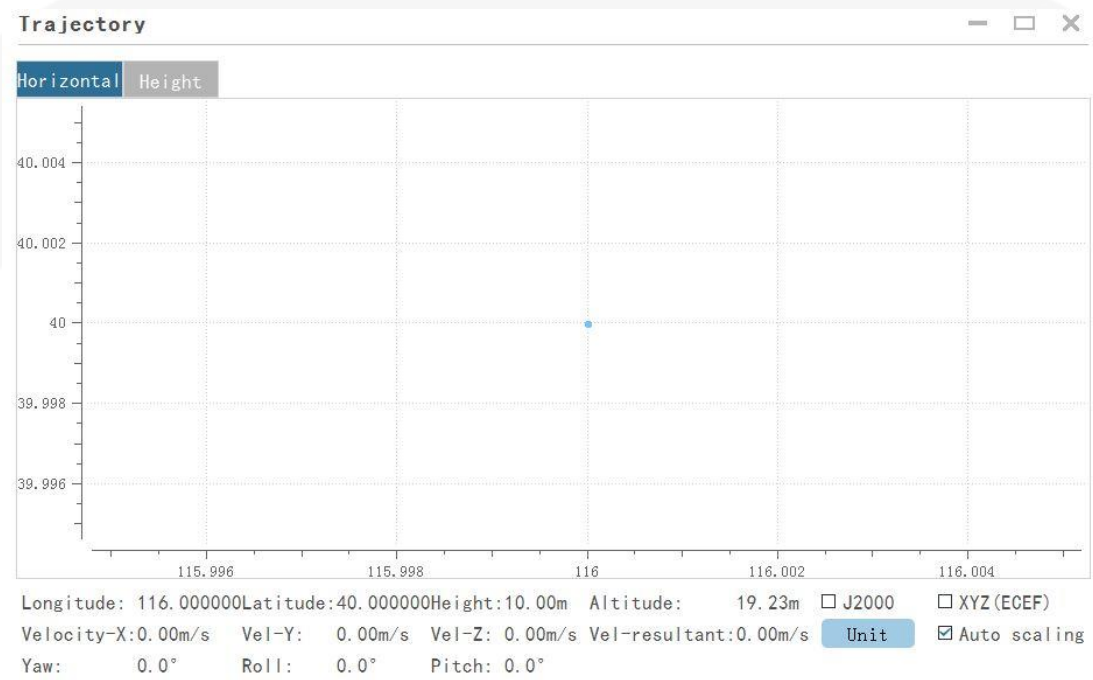


Рисунок 3-25 – Окно с отображением траектории движения объекта

7. Наблюдаемые данные: открывает окно с отображением наблюдаемых данных (псевдодальности, фазы несущей и т.д.) (Рисунок 3-26).

Observation Data																
	SVID	Pseudorange(m)	Phase(mrad)	Doppler(Hz)	osphere delay	osphere delay	Clock diff(m)	Azimuth(°)	Elevation(°)	Power	Power-I	Power-Q	Modulation	Power mode	Type	Signal
1	S-17	20399016.104	673542090929	-583.78	0.00	0.00	18869.7	348.989	74.0834	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
2	S-29	20666151.589	682362466984	-317.67	0.00	0.00	1143.62	106.398	61.8221	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
3	S-12	21605724.063	713385610710	2563.51	0.00	0.00	-14581.1	191.311	48.1858	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
4	S-30	21682556.900	715922505123	1719.99	0.00	0.00	11436.2	60.5043	43.8313	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
5	S-16	21558473.693	711825480928	-2150.50	0.00	0.00	47746	309.626	45.722	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
6	S-25	22478027.418	742187638342	-2497.94	0.00	0.00	103497	255.596	30.997	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
7	S-21	23994204.585	792249324383	3062.62	0.00	0.00	23444.2	59.5876	17.5898	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1
8	S-08	24858946.062	820801671208	1688.16	0.00	0.00	-34022.6	277.827	10.0268	-97.99	-101.00	-101.00	QPSK	Designated	Nav	GPSL1

Рисунок 3-26 – Окно с отображением наблюдаемых данных

8. График мощности: открывает окно с отображением уровней мощности сигналов (Рисунок 3-27).

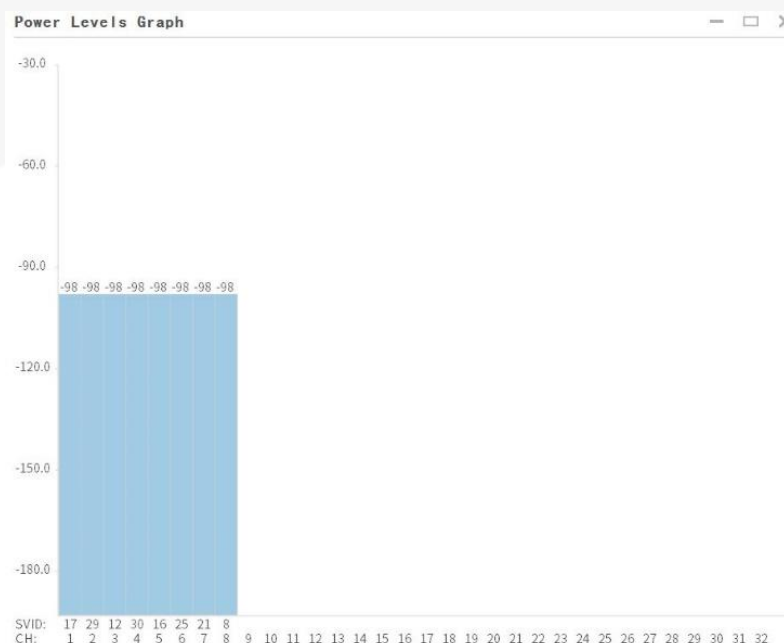
3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

Рисунок 3-27 – Окно с отображением уровней мощности сигналов

3.2.6 Меню «Инструменты»

Меню «Инструменты» предоставляет доступ соответствующим тестовым утилитам. Развернутое меню «Инструменты» показано на Рисунке 3-28.

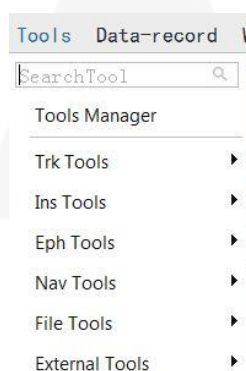


Рисунок 3-28 – Развернутое меню «Инструменты»

В настоящее время включает в себя: «Управление инструментами», «Конвертер траекторий», «Инструмент прогнозирования эфемерид».

1. Управление инструментами: функция управления инструментами позволяет быстро открывать необходимые тестовые утилиты

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

непосредственно из интерфейса программного обеспечения. Пользователь может предварительно настроить путь и имя необходимой программы в интерфейсе, а затем запускать их напрямую. Как показано на Рисунке 3-29.

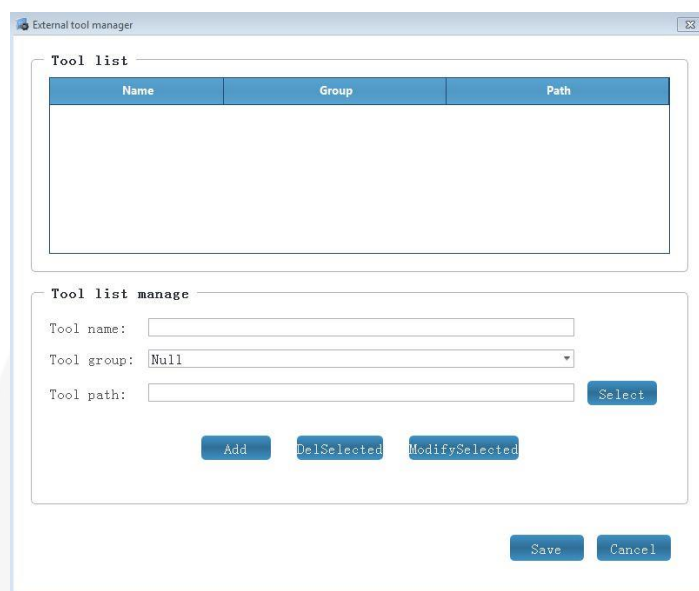


Рисунок 3-29 – Интерфейс управления внешними инструментами

2. Конвертер траекторий: данный инструмент предназначен для преобразования текстовых файлов траекторий в формат, поддерживаемый системой (Рисунок 3-30).

- Примечание: требуемый интервал времени в текстовой траектории должен быть менее 20 мс. Файл должен содержать значения ускорения или, желательно, одновременно и ускорения, и рывка (производной ускорения).
- Порядок действий:
 1. Загрузите соответствующий текстовый файл траектории (ТХТ), ознакомившись с примечаниями по внешним файлам траекторий.
 2. В интерфейсе настройки параметров выберите систему координат внешнего файла: «геодезическая» или «прямоугольная».

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

3. Последовательно выберите поля, соответствующие "Position XYZ", "Velocity XYZ", "Acceleration XYZ", "Jerk XYZ" в текстовом файле, а также укажите «Входной и выходной временной интервал».
 4. Нажмите «Создать Trk файл траектории» (GenerateTrkFile).
Созданный файл с расширением. trk может быть загружен в сценарий в качестве внешней траектории.
3. Инструмент прогнозирования эфемерид: генерирует файл, содержащий данные о времени спутника, положении, скорости, азимуте и угле места для соответствующей системы на основе внешних RINEX-эфемерид и файла траектории. Как показано на Рисунке 3-31 (компонент, поставляемый под заказ).

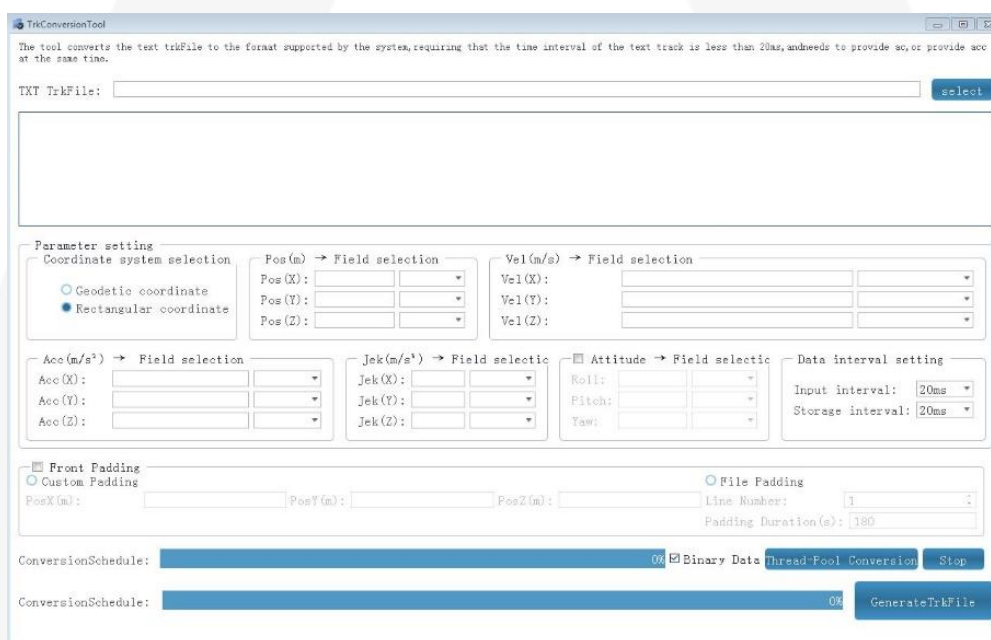


Рисунок 3-30 – Конвертер траекторий

Полная версия RINEX-эфемерид, поставляемая с системой, находится в директории имитации управляющего ПО:

bin\Ns_AppData\Ns_EphFiles\brdm2240.19P.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

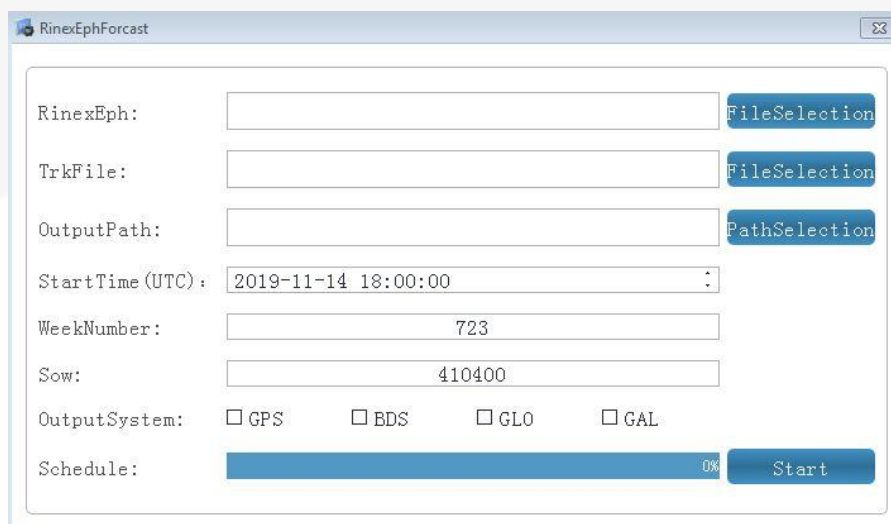


Рисунок 3-31 – Инструмент прогнозирования эфемерид

3.2.7 Меню «Сохранение данных»

Меню «Сохранение данных» предоставляет доступ к функциям «Настройка сохранения данных» и «Инструмент анализа данных». Развернутое меню «Сохранение данных» показано на Рисунке 3-32.



Рисунок 3-32 – Развернутое меню «Сохранение данных»

«Настройка сохранения данных» предоставляет опции для включения и отключения сохранения файлов соответствующих параметров, включая: «Наблюдаемые данные», «Эфемеридные данные», «Данные телеметрии», «DDS данные», «Данные траектории», «Инерциальные данные». Также доступна опция выбора файлов для сохранения по своему усмотрению, как показано на Рисунке 3-33.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

The 'Record Config' window is divided into several sections for configuring data storage parameters:

- Common configuration:**
 - Auto delete: ☐ Yes
 - Max record count: 15
 - Max record days: 30
 - Disk warning (%): 10
 - Disk warning (MB): 2048
- Obs data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Eph data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Supp-jam data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Nav data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- DDS data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Sim-state data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Trj data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Ins data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50
- Ant data:**
 - Store: ☐ No
 - Single record size (M): 50

Buttons: Save, Cancel

Рисунок 3-33 – Интерфейс настройки параметров сохранения данных

«Инструмент анализа данных» предоставляет утилиту для парсинга (разбора) форматов сохраненных файлов данных. По умолчанию сохраняемые файлы имеют двоичный формат и должны быть преобразованы в текстовый формат TXT с помощью данного инструмента. (Примечание: данные телеметрии после парсинга из двоичного файла в TXT могут требовать дальнейшего анализа с помощью специализированного инструмента для телеметрии). Детальный интерфейс показан на Рисунке 3-34.

1. Сначала найдите текстовый файл, который требуется проанализировать, в пути сохранения файлов. Путь вывода по умолчанию соответствует папке, в которой находится исходный файл, и может быть изменен при необходимости.
2. После выбора файла его тип будет определен автоматически.
3. Можно самостоятельно задать шаг анализа данных.
4. Нажмите на кнопку «Начать анализ» (Start) для завершения преобразования файла.

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

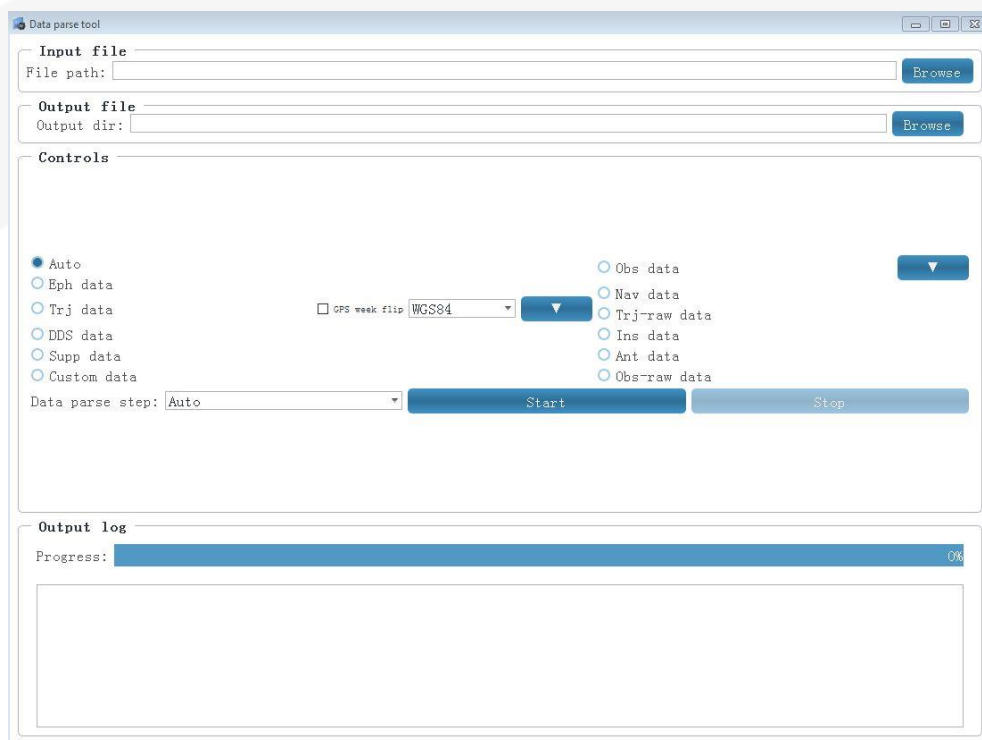


Рисунок 3-34 – Интерфейс инструмента анализа данных

3.2.8 Меню «Компоновка окон»

Меню «Компоновка окон» содержит пункты «Каскад», «Плитки», «Профессиональная версия», «Стандартная компоновка», «Сохранить компоновку» и «Удалить компоновку». Эти пункты обеспечивают функции сохранения и загрузки для пользовательских расположений дочерних окон мониторинга в главном окне программы. Развернутое меню «Компоновка окон» показано на Рисунке 3-45.

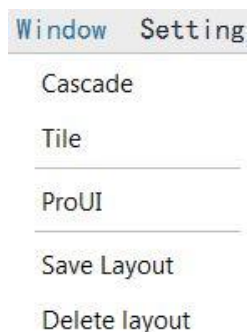


Рисунок 3-35 – Развернутое меню «Компоновка окон»

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

1. Каскад: Дочерние окна располагаются каскадом, как показано на Рисунке 3-36.

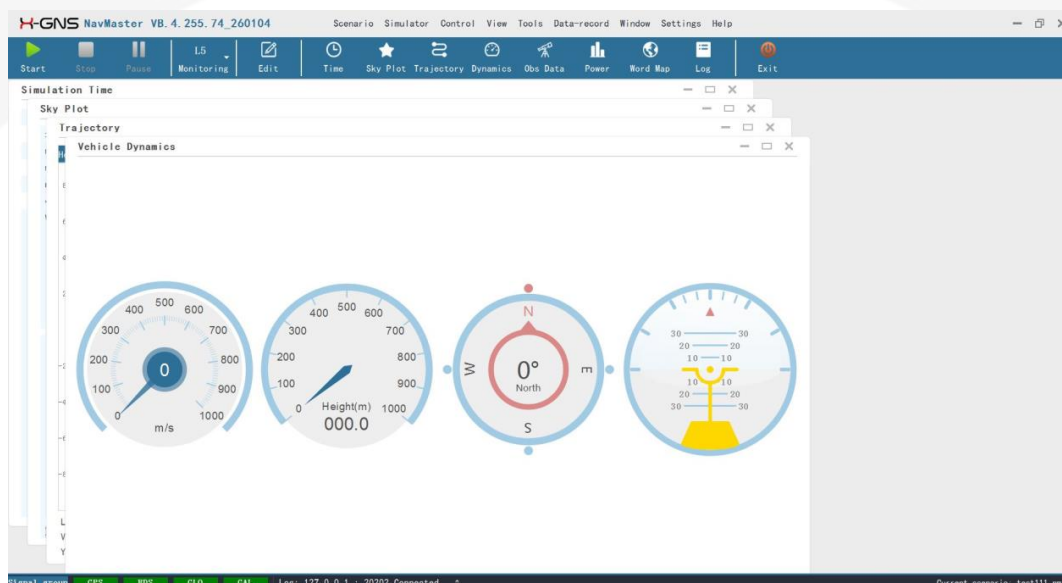


Рисунок 3-36 – Расположение окон каскадом

2. Плитки: Дочерние окна располагаются плиткой (рядом друг с другом), как показано на Рисунке 3-37.

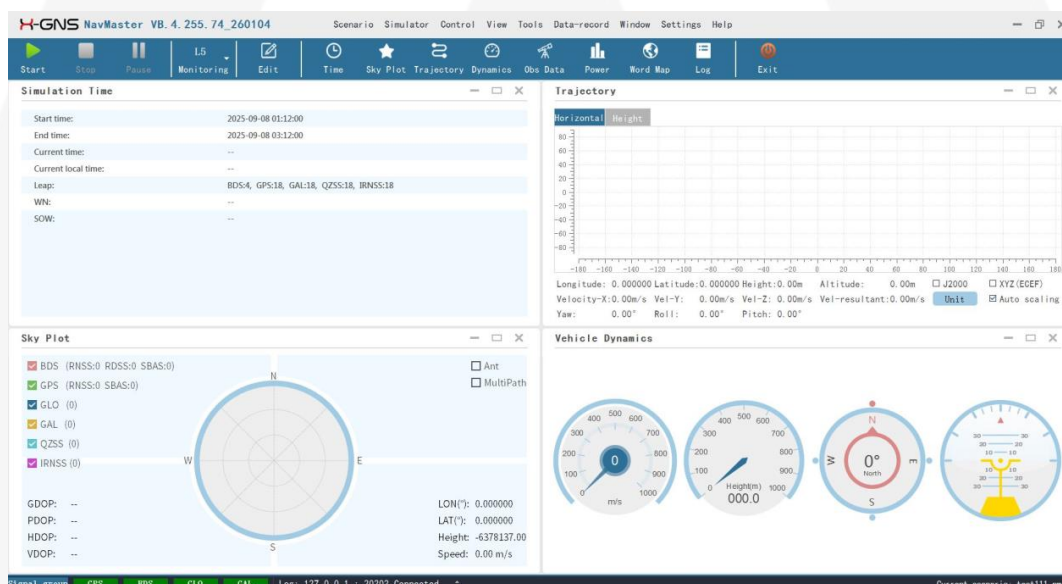


Рисунок 3-37 – Расположение окон плиткой

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

3. Профессиональная версия: Компоновка отображает окна времени имитации, динамики объекта, карты неба и карты мира, как показано на Рисунке 3-38.

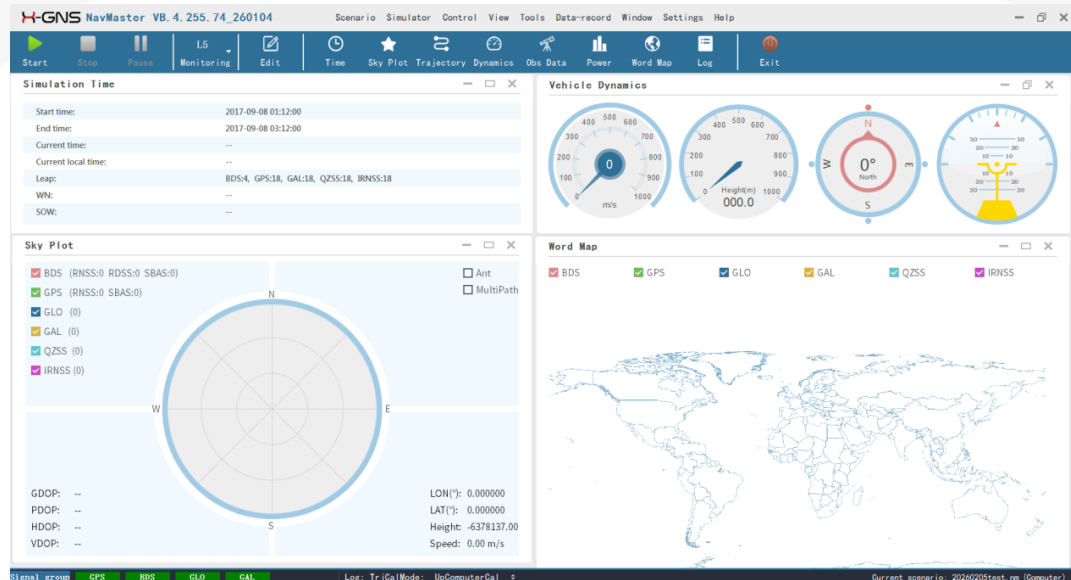


Рисунок 3-38 – Компоновка «Профессиональная версия»

4. Стандартная компоновка: Компоновка позволяет пользователю непосредственно видеть карту неба, настройки имитации и график траектории, как показано на Рисунке 3-39.

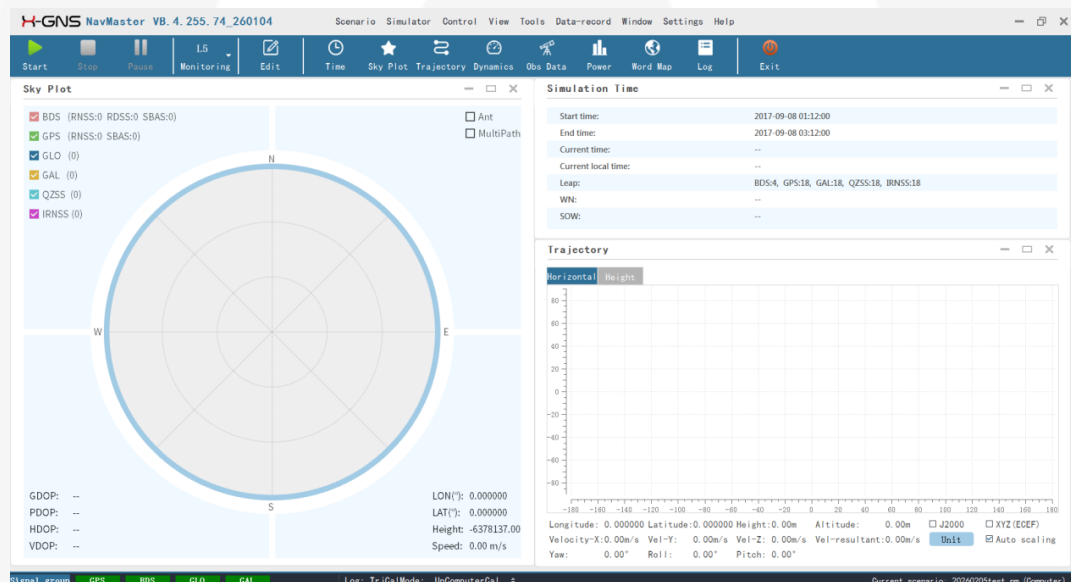


Рисунок 3-39 – Компоновка «Стандартная»

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

5. Сохранить компоновку: Сохраняет текущее расположение окон, позволяя задать пользовательское имя для сохраненной компоновки, как показано на Рисунке 3-40.



Рисунок 3-40 – Сохранение компоновки

6. Удалить компоновку: Удаляет указанную пользовательскую компоновку, как показано на Рисунке 3-41.



Рисунок 3-41 – Удаление компоновки

3.2.9 Меню «Справка»

В меню «Справка» отображается информация «О программе». Развернутое меню «Справка» показано на Рисунке 3-42.

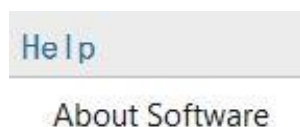


Рисунок 3-42 – Развернутое меню «Справка»

Меню «Системные настройки» открывает панель системных настроек, как показано на Рисунке 3-43.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

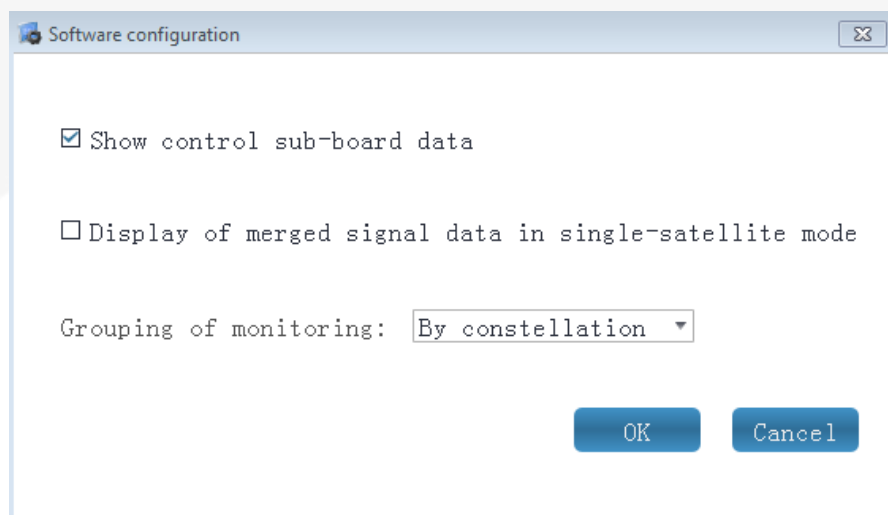


Рисунок 3-43 – Развернутое меню «Системные настройки»

«Показывать данные плат управляющего субмодуля»: При включении данной опции параметры управляющего субмодуля отображаются в объекте мониторинга. Эту настройку рекомендуется включать при использовании режима «Один спутник» для удобного просмотра информации о том, сколько спутников имитируется.

«В режиме одного спутника объединять данные всех частотных точек для отображения»: При включении данной опции статус спутников на всех частотах будет отображаться в окне наблюдаемых данных.

Меню «О программе» открывает информацию о версии программного обеспечения, как показано на Рисунке 3-44.

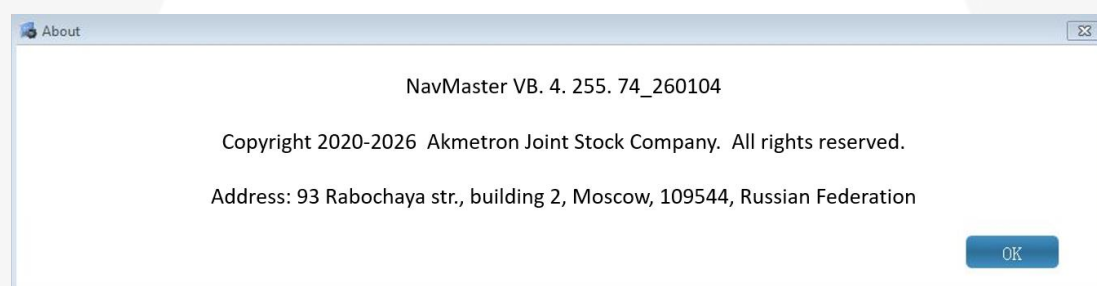
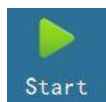


Рисунок 3-44 – Версия программного обеспечения

3.2.10 Панель инструментов программного обеспечения

3.2.10.1 Кнопка «Старт»

После выбора сценария имитации нажмите кнопку «Старт» на панели



инструментов, чтобы начать имитацию. Программное обеспечение начнет генерацию сигналов. Если сценарий имитации не загружен или имитация уже выполняется, кнопка будет неактивна (отображаться серым цветом). По завершении времени имитации программа автоматически остановится, и кнопка «Старт» вернется в обычное состояние.

В области состояния в левом нижнем углу интерфейса управляющей программы в реальном времени отображается информация о частоте выполнения программы, журналы событий и название текущего сценария, как показано на Рисунке 3-45.



Рисунок 3-45 – Область состояния в левом нижнем углу интерфейса ПО

С помощью быстрого переключателя в этой области можно оперативно управлять выходными сигналами. Как показано на рисунке выше: "BDS" — включает все частотные точки сигналов BDS, поддерживаемые платой, "GPS" — все частотные точки GPS всех модулей в плате. Аналогично для GLO и GAL.

3.2.10.2 Кнопка «Стоп»

При необходимости остановить имитацию программного обеспечения



достаточно нажать кнопку «Стоп» на панели инструментов.

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

3.2.10.3 Кнопка «Объект мониторинга»

Во время имитации пользователь может в реальном времени контролировать различные параметры сценария, нажав кнопку «Объект мониторинга»

 на панели инструментов и выбрав частотный сигнал для наблюдения. Как правило, объектом мониторинга является объект с одной частотой в составе сигнального блока. Если используется режим многочастотного моделирования с одним спутником, все объекты с той же частотой, что и объект мониторинга, будут объединены и отображены вместе, как показано на Рисунке 3-46.

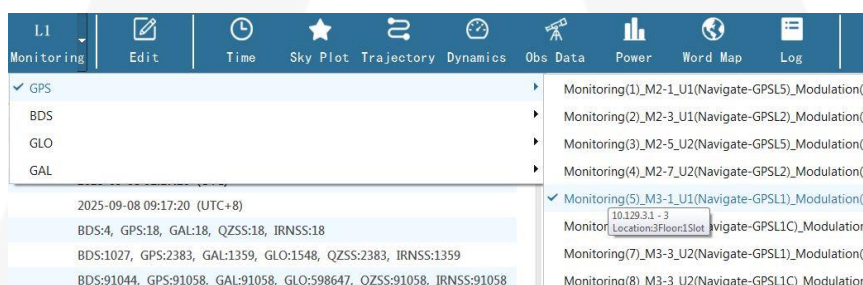


Рисунок 3-46 – Окно выбора объекта мониторинга

3.2.10.4 Кнопка «Редактировать сценарий»

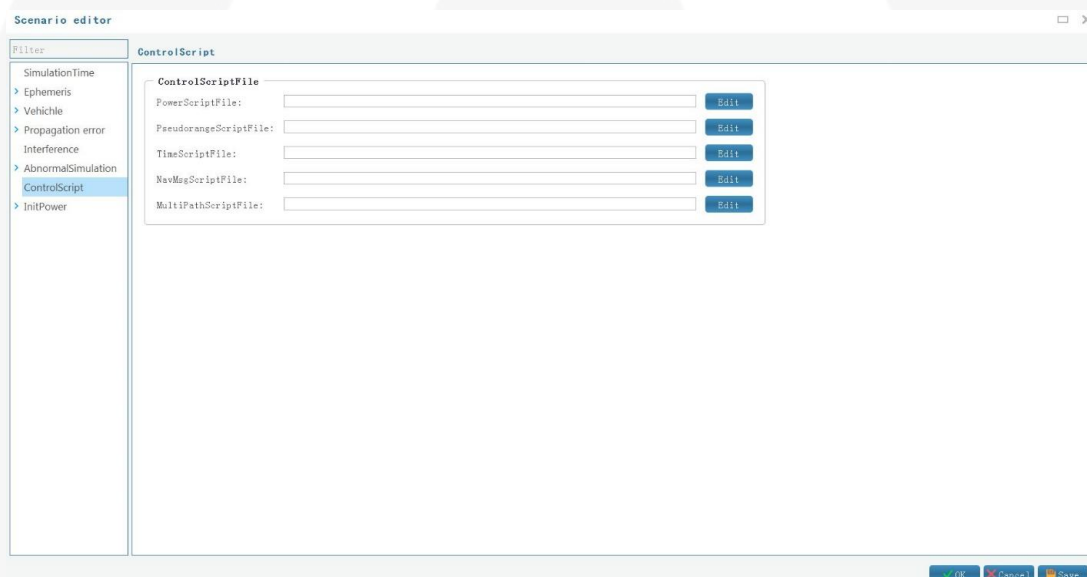


Рисунок 3-47 – Окно редактирования сценария

Как показано на Рисунке 3-47, нажатие кнопки «Редактировать сценарий»



открывает панель редактирования параметров и настройки окружения для различных сценариев имитации. Пункт меню «Редактировать сценарий» позволяет войти в режим редактирования параметров имитации. Редактируемые параметры включают: «Время имитации», «Параметры спутниковой группировки», «Параметры объекта», «Ошибки распространения», «Имитация помех», «Имитация нештатных ситуаций», «Управляющие скрипты» и другие.

3.2.10.5 Кнопка «Время имитации»



Нажатие кнопки «Время имитации» открывает дочернее окно отображения параметров времени имитации. Данный пункт меню позволяет наблюдать такие параметры, как время начала (UTC), время окончания (UTC), текущее время (UTC), местное время, текущее количество недель по GPS, текущее количество недель по BDS, текущее количество недель по GAL, количество секунд в текущей неделе и прогресс выполнения. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> Время имитации», как показано на Рисунке 3-48.

1. Время начала: Время начала имитации (UTC), установленное для текущего сценария;
2. Время окончания: Время окончания имитации (UTC), установленное для текущего сценария;
3. Текущее время: Текущее время имитации (UTC) для текущего сценария;
4. Местное время: Отображается, когда время имитации текущего сценария отличается от UTC;

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

5. Количество високосных секунд: Общее количество високосных секунд для каждой основной системы, учитываемое в текущем сценарии имитации;
6. Количество полных недель: Количество недель, смоделированных в рамках текущего сценария моделирования;
7. Секунд в неделе: Количество секунд в текущей неделе для текущего сценария имитации.

Simulation Time		— □ ×
Start time:	2025-09-08 01:12:00 (UTC)	
End time:	2025-09-08 03:12:00 (UTC)	
Current time:	2025-09-08 01:23:16 (UTC)	
Current local time:	2025-09-08 09:23:16 (UTC+8)	
Leap:	BDS:4, GPS:18, GAL:18, QZSS:18, IRNSS:18	
WN:	BDS:1027, GPS:2383, GAL:1359, GLO:1548, QZSS:2383, IRNSS:1359	
SOW:	BDS:91400, GPS:91414, GAL:91414, GLO:599003, QZSS:91414, IRNSS:91414	

Рисунок 3-48 – Окно «Время имитации»

Используемые временные шкалы:

- TT – Геодинамическое время: используется для расчета прецессии, нутации и описания инерциальных координат спутников;
- UT1 – Всемирное время: используется для расчета угла поворота Земли;
- UTC – Всемирное координированное время: стандарт всемирного времени;
- BDT – время системы BDS: параметры перехода к UTC передаются в навигационных сообщениях BDS;
- GPST – время системы GPS (GPS Time): параметры перехода к UTC передаются в навигационных сообщениях GPS.

3.2.10.6 Кнопка «Карта неба»

Нажатие кнопки «Карта неба»  открывает дочернее окно отображения карты неба. Данный пункт меню позволяет отображать номера

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

видимых спутников в зоне видимости, а также их азимут и угол места. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> Карта неба», как показано на Рисунке 3-49.

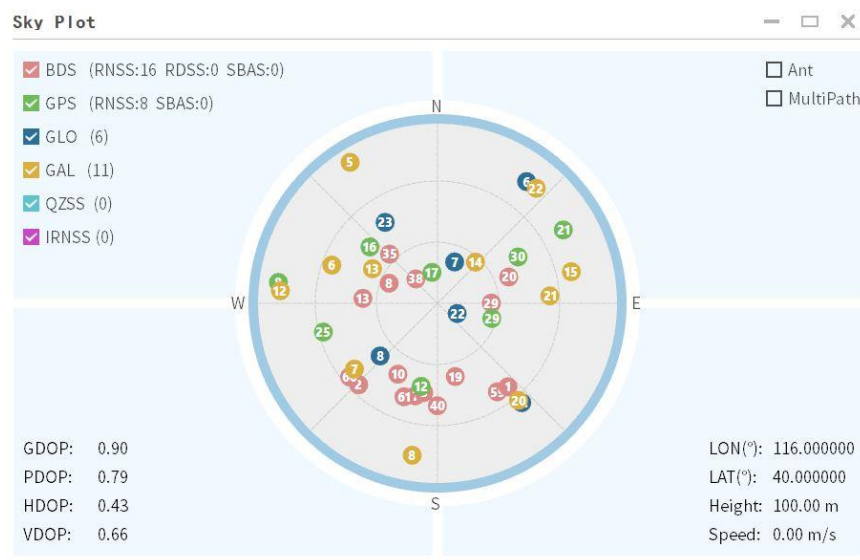


Рисунок 3-49 – Окно «Карта неба»

Центральная точка на Рисунке 3-49 соответствует идеальному положению имитируемого потребителя. Направление на север соответствует азимуту 0 градусов. Две координатные оси, пересекающиеся в центре, обозначают азимуты 0°, 90°, 180° и 270° по часовой стрелке. Концентрические окружности с центром в центральной точке представляют различные углы места. Центральная точка соответствует углу места 90°, а углы места на внешних окружностях последовательно уменьшаются: 60°, 30° и 0°.

При наведении курсора мыши на любой спутник отображаются его азимут, угол места и координаты XYZ.

Красный значок на рисунке обозначает номер спутника BDS, зеленый — номер спутника GPS, желтый — номер спутника GAL, синий — номер спутника ГЛОНАСС, а антенна для широкополосной передачи и порт вывода информации о многолучевом распространении сигнала обозначены квадратными рамками.

3.2.10.7 Кнопка «График траектории»

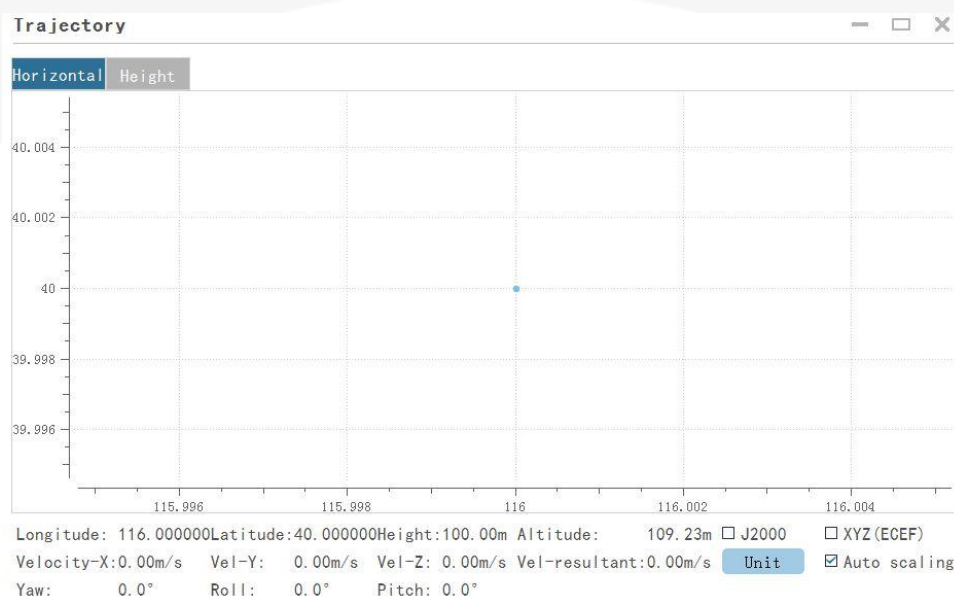


Рисунок 3-50 – Окно «График траектории»

Как показано на Рисунке 3-50, нажатие кнопки «График траектории»



открывает дочернее окно отображения траектории. Данный пункт меню позволяет пользователю в реальном времени считывать теоретические значения параметров, заданных в текущем математическом сценарии имитации (включая долготу, широту, высоту, скорости по трем осям XYZ и путевую скорость потребителя) через окно графика траектории. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> График траектории».

В верхней части окна графика траектории доступны для просмотра параметры «Долгота/Широта» и «Высота». В нижней части окна в реальном времени отображаются координаты текущего положения потребителя по траектории в системе координат CGCS (долгота, широта, высота или X, Y, Z — для отображения координат в формате XYZ необходимо установить флажок ☐ XYZ (ECEF)), а также скорости по трем осям XYZ и путевая скорость.

3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

Для удобства наблюдения за имитационной траекторией рекомендуется установить флажок автоматического обновления координат ☒ Auto scaling.

3.2.10.8 Кнопка «Динамика объекта»

Нажатие кнопки «Динамика объекта» открывает дочернее окно отображения параметров динамики движения объекта. Данный пункт меню позволяет в реальном времени наблюдать за такими параметрами движения имитируемого объекта, как скорость, высота, азимут и угол наклона, как показано на Рисунке 3-51. Функционально соответствует пункту меню «Вид - > Динамика объекта». Отображение параметров обновляется в соответствии с

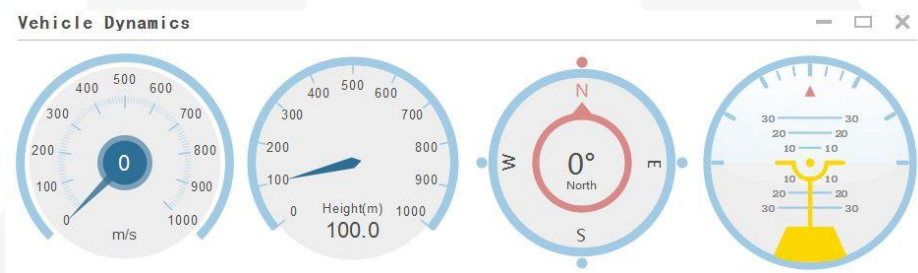


Рисунок 3-51 – Окно «Динамика объекта»

3.2.10.9 Кнопка «Наблюдаемые данные»

Как показано на Рисунке 3-52, нажатие кнопки «Наблюдаемые данные»

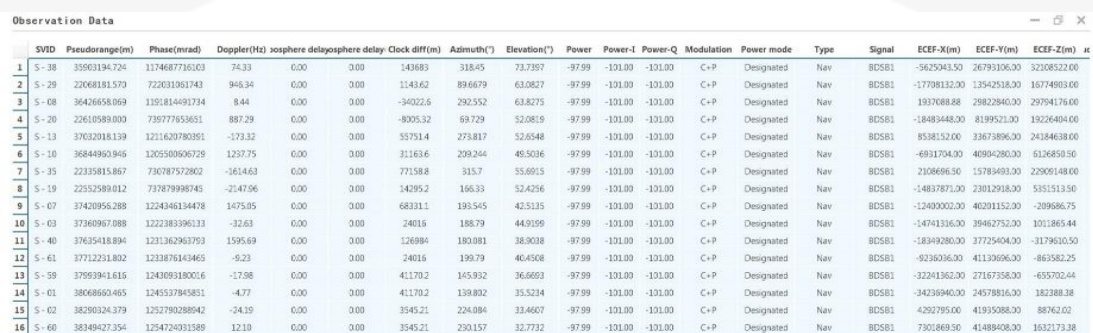


открывает дочернее окно отображения наблюдаемых данных. Данный пункт меню позволяет просматривать детальные параметры имитируемых сигналов для выбранной частотной точки, такие как: «Спутник», «Несущая (мрад)», «Псевдодальность (м)», «Скорость (м/с)», «Ускорение (м/с²)», «Рывок (м/с³)», «Тропосфера (м)», «Ионосфера (м)», «Ошибка часов (м)», «Сигнальный компонент», «Координата X (м)», «Координата Y (м)», «Координата Z (м)», «Азимут (°)», «Угол места (°)», «Мощность», «I-мощность», «Q-мощность», «Режим модуляции» и «Режим управления».

3. Инструкция по работе с программным обеспечением

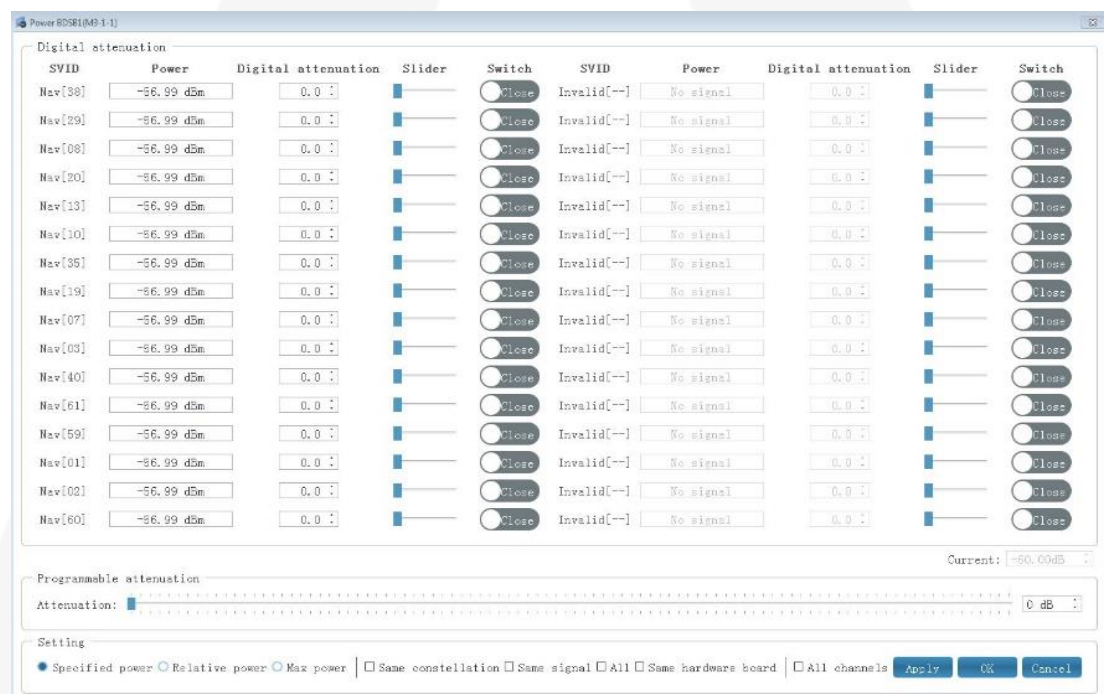
3.2 Функции меню программного обеспечения и порядок работы

мощностью». Функционально соответствует пункту меню «Вид -> Наблюдаемые данные».



	SVID	Pseudorange(m)	Phase(mrad)	Doppler(Hz)	Ionosphere delay	Ionosphere delay	Clock diff(m)	Azimuth(°)	Elevation(°)	Power	Power-L	Power-Q	Modulation	Power mode	Type	Signal	ECEF-X(m)	ECEF-Y(m)	ECEF-Z(m)	κ
1	5-38	35903194.726	1174687716103	74.33	0.00	0.00	143683	318.45	73.7387	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-5625943.50	26793106.30	32106522.00	
2	5-29	22068191.570	722031961743	946.34	0.00	0.00	1143.62	89.6679	63.0827	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-17709132.00	13542518.30	16774903.00	
3	5-08	36426655.069	1191814491734	8.44	0.00	0.00	-34022.5	292.552	63.8275	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	1937088.88	29822940.00	29794176.00	
4	5-20	22610589.000	7397753651	887.29	0.00	0.00	-8005.32	93.729	52.0819	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-18489448.00	8199521.00	19226404.00	
5	5-13	37032018.139	1211620780351	-173.32	0.00	0.00	35751.4	273.817	52.6548	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	8538152.00	33673896.30	24184638.00	
6	5-10	36844963.946	1205500606729	1237.75	0.00	0.00	31163.6	209.244	46.5016	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-6891704.00	40904280.30	6126850.50	
7	5-35	22335815.867	73078752802	-161.463	0.00	0.00	77158.8	315.7	55.6915	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	2108696.30	15783493.00	22909148.00	
8	5-19	22552589.012	737879986745	-2147.96	0.00	0.00	14295.2	166.33	52.4256	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-14837871.00	23012918.00	5351513.50	
9	5-07	37420956.288	1224346134478	1475.05	0.00	0.00	68331.1	193.545	42.5135	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-12400002.00	40201152.00	-209686.75	
10	5-03	37360967.088	1222383396133	-32.63	0.00	0.00	24016	188.79	44.9159	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-14741316.00	39462752.00	1011865.44	
11	5-40	37635418.894	1211362963793	1595.69	0.00	0.00	126986	180.081	38.9018	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-18349280.00	37725404.00	-3179630.50	
12	5-61	37712251.802	1231876143465	-6.23	0.00	0.00	24016	190.79	40.4508	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-9236036.00	41130606.30	-863582.25	
13	5-59	37993941.616	124809318001.6	-17.98	0.00	0.00	411702	145.932	36.6693	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-32341362.00	27167358.00	-455702.44	
14	5-01	38068663.465	1245537945451	-4.77	0.00	0.00	411702	139.892	35.5214	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	-34236940.00	24578816.30	182388.38	
15	5-02	38290324.379	1252790288942	-24.19	0.00	0.00	3545.21	224.884	33.4607	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	4292795.00	41935088.30	88762.02	
16	5-60	38349427.354	125472031589	12.19	0.00	0.00	3545.21	230.157	32.7732	-97.99	-101.00	-101.00	C+P	Designated	Nav	BD581	7301869.50	41488406.30	1632173.38	

Рисунок 3-52 – Окно «Наблюдаемые данные»



Power BDS1 (MB-1-1)

Digital attenuation

SVID	Power	Digital attenuation	Slider	Switch
Nav[38]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[29]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[08]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[20]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[13]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[10]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[35]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[19]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[07]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[03]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[40]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[61]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[59]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[01]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[02]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close
Nav[60]	-56.99 dBm	0.0	<input type="range"/>	Close

Current: -56.00 dB

Programmable attenuation

Attenuation: 0 dB

Setting

☒ Specified power ☐ Relative power ☐ Max power ☐ Same constellation ☐ Same signal ☐ All ☐ Same hardware board ☐ All channels

Рисунок 3-53 – Окно настройки мощности каналов

Как показано на Рисунке 3-53, дважды щелкните в любом месте окна спутникового мониторинга, чтобы открыть окно настройки параметров управления соответствующим каналом.

3.2.10.10 Окно «График мощности»



Нажатие кнопки «График мощности» открывает дочернее окно отображения уровней мощности принимаемых спутниковых сигналов. Когда сигнал на данной частоте включен, столбцы диаграммы мощности отображаются синим цветом, как показано на Рисунке 3-54. Когда сигнал на данной частоте выключен, столбцы диаграммы отображаются оранжевым цветом и помечаются символом "x", как показано на Рисунке 3-55. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> График мощности».

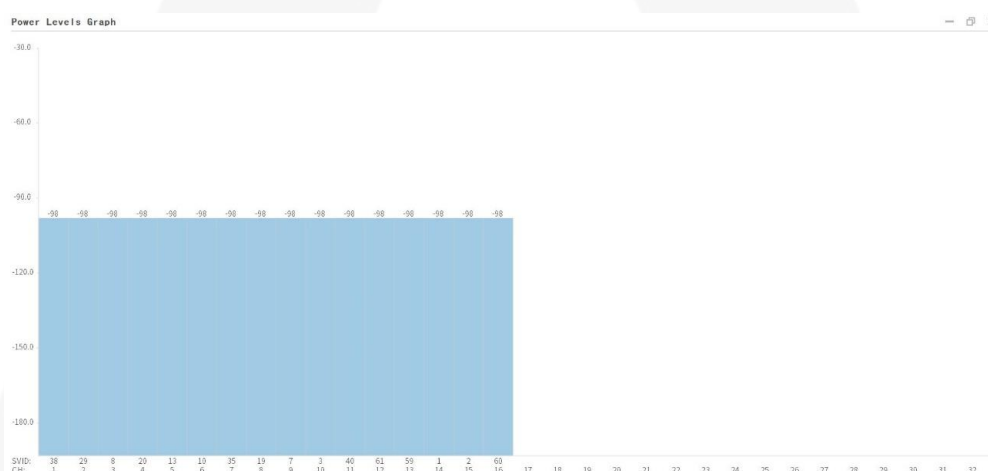


Рисунок 3-54 – Окно «График мощности» (сигнал включен)



Рисунок 3-55 – Окно «График мощности» (сигнал выключен)

3.2.10.11 Кнопка «Карта мира»



Нажатие кнопки «Карта мира» открывает дочернее окно отображения карты мира. Данный пункт меню позволяет наблюдать схему распределения спутников группировок BDS, GPS, ГЛОНАСС (GLO), Galileo (GAL), QZSS и IRNSS. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> Карта мира», как показано на Рисунке 3-56.

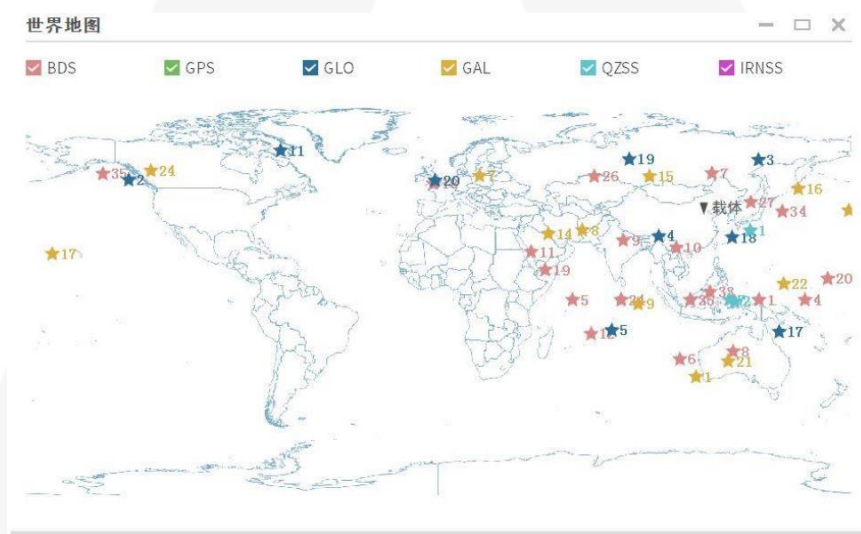


Рисунок 3-56 – Окно «Карта мира»

После задания начального положения объекта на интерфейсе отобразится значок местоположения объекта и соответствующее этому местоположению распределение спутников.

При наведении курсора мыши на соответствующую точку на карте отображаются её координаты (долгота и широта).

При выполнении имитации движения объекта его положение на карте будет изменяться в реальном времени.

3.2.10.12 Кнопка «Журнал»

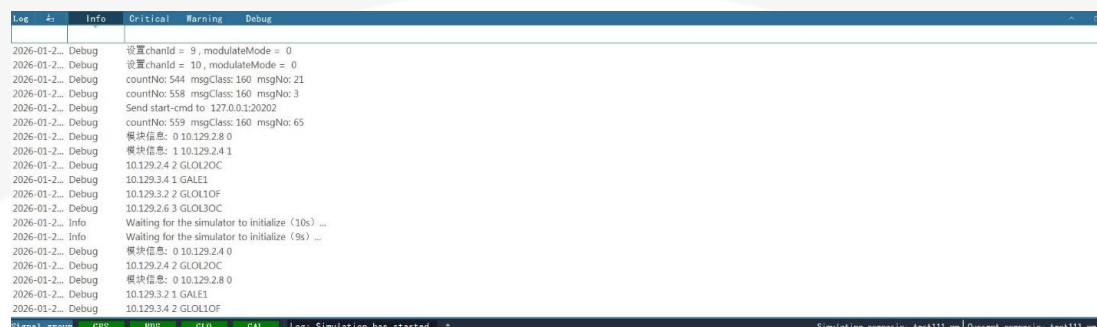


Рисунок 3-57 – Окно «Журнал»



Нажатие кнопки «Журнал» открывает дочернюю форму с журналом событий. Данный пункт меню позволяет просматривать все обновления и операции, выполнявшиеся в процессе имитации. Функционально соответствует пункту меню «Вид -> Журнал», как показано на Рисунке 3-57.

3.2.10.13 Кнопка «Выход»



Для выхода из программного обеспечения нажмите кнопку «Выход» на панели инструментов. Данное действие функционально соответствует пункту меню «Сценарий -> Выход», как показано на Рисунке 3-58.

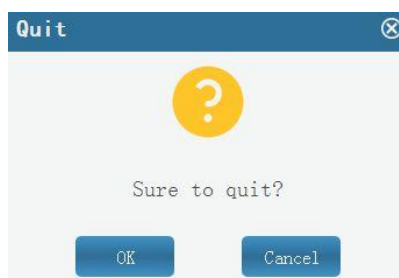


Рисунок 3-58 – Выход из программы

4. Редактирование сценария имитации

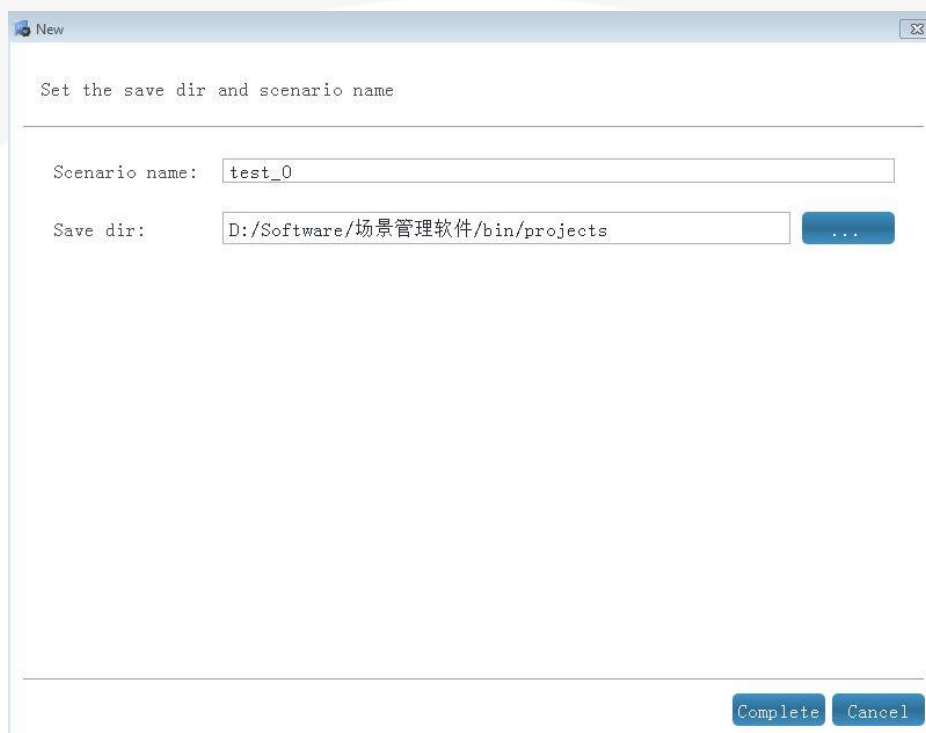


Рисунок 4-1 – Окно создания нового сценария

Как показано на Рисунке 4-2, редактирование сценария подразумевает настройку и корректировку различных параметров имитации. Пользователь может использовать предварительно настроенные заводские математические сценарии имитации, а также разрабатывать собственные сценарии движения или редактировать существующие в соответствии со своими потребностями. Выберите пункт «Новый сценарий» в меню «Сценарий» или нажмите комбинацию клавиш Ctrl+N, чтобы войти в окно создания нового сценария. Введите имя проекта, как показано на Рисунке 4-1, и нажмите «Готово» для перехода в диалоговое окно «Редактирование сценария».

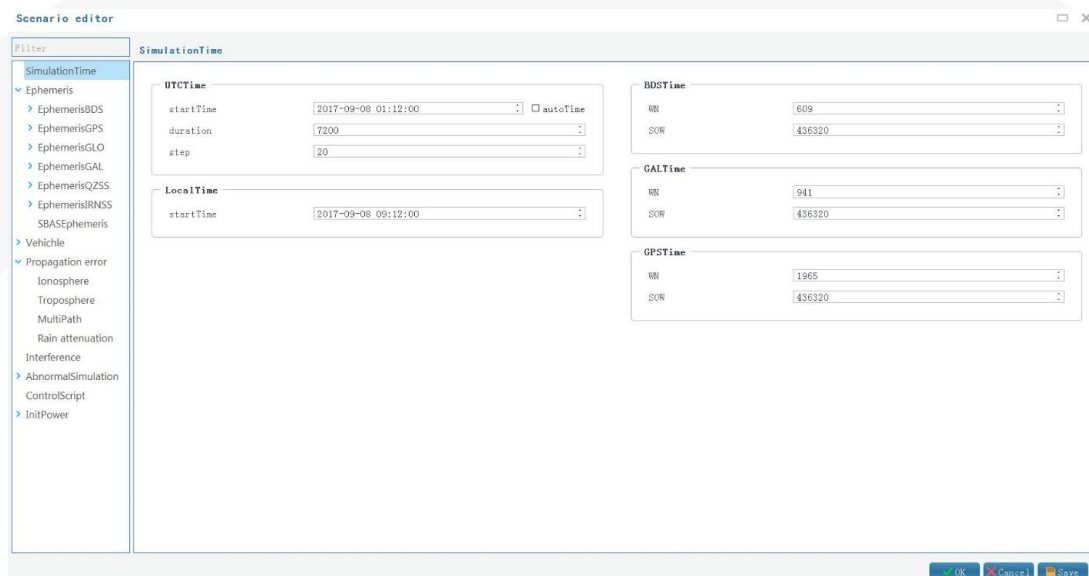


Рисунок 4-2 – Окно редактирования сценария

В левой верхней части окна расположен фильтр, позволяющий выполнять поиск и отображать только введенные параметры. В левой нижней части находится дерево каталогов классификации параметров. Символ ">" слева от элемента каталога указывает на наличие подкаталогов. Двойной щелчок по элементу каталога позволяет развернуть или скрыть подкаталоги. В правой части окна отображаются детальные параметры, соответствующие выбранному элементу в дереве каталогов классификации параметров. Назначение кнопок в правой нижней части окна:

1. «ОК»: Сохранить отредактированные параметры текущей страницы и выйти из интерфейса редактирования сценария;
2. «Отмена»: Не сохранять отредактированные параметры текущей страницы и выйти из интерфейса редактирования сценария;
3. «Сохранить»: Сохранить отредактированные параметры текущей страницы без выхода из интерфейса редактирования сценария для продолжения настройки следующих параметров.

4.1 Время имитации

Нажмите на пункт «Время имитации» в дереве каталогов, чтобы открыть страницу редактирования времени начала сценария. Время начала может быть установлено на любой момент после 1 января 2006 года и должно быть введено в формате ГГГГ-ММ-ДД чч:мм. Указывается время начала (UTC) и продолжительность имитации. Программное обеспечение автоматически рассчитает количество полных недель и секунд в неделе на основе заданного времени начала и продолжительности, как показано на Рисунке 4-3 ниже.

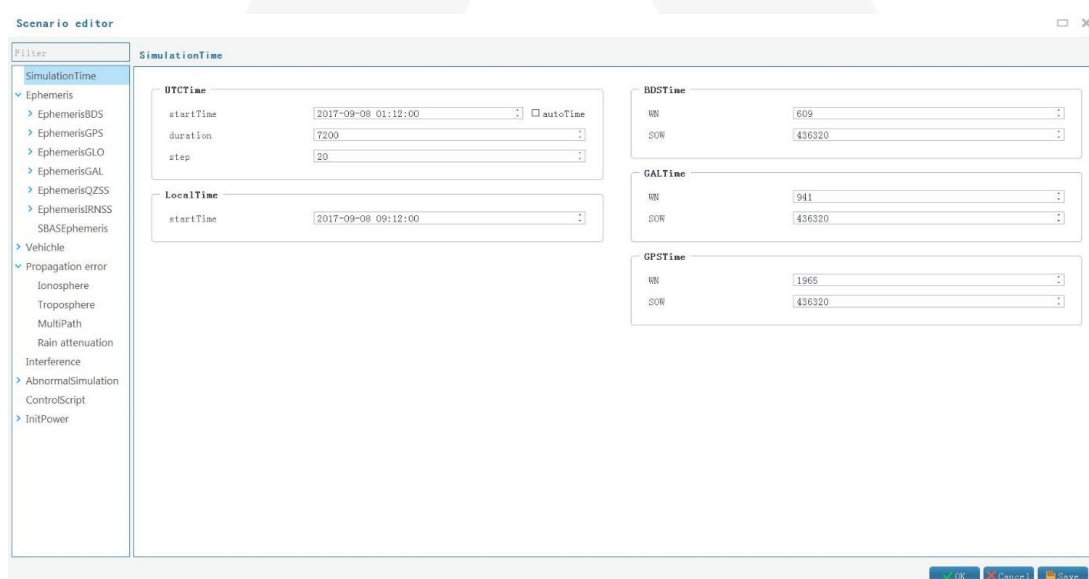


Рисунок 4-3 – Окно редактирования времени имитации

Время UTC

- «Время начала»: Начальное время сценария имитации. Важно: это время UTC.
- «Продолжительность имитации (секунды)»: Длительность выполнения сценария. Значение по умолчанию — 7200 секунд (2-часовой сценарий имитации). Может быть изменено в соответствии с требованиями тестирования.
- «Шаг имитации (миллисекунды)»: Шаг выдачи имитационных сигналов. По умолчанию установлен 20 мс.

Местное время

- «Время начала»: Начальное время сценария имитации. Указывается по пекинскому времени.

Время BDS

- «Неделя»: Значение номера недели для системы BDS, рассчитанное на основе установленного времени имитации.
- «Секунды недели»: Значение секунд в текущей неделе для системы BDS, рассчитанное на основе установленного времени имитации.

Время GPS

- «Неделя»: Значение номера недели для системы GPS, рассчитанное на основе установленного времени имитации.
- «Секунды недели»: Значение секунд в текущей неделе для системы GPS, рассчитанное на основе установленного времени имитации.

Время GAL

- «Неделя»: Значение номера недели для системы GAL, рассчитанное на основе установленного времени имитации.
- «Секунды недели»: Значение секунд в текущей неделе для системы GAL, рассчитанное на основе установленного времени имитации.

4.2 Параметры спутниковой группировки

Настройка параметров спутниковой группировки в основном включает информацию по следующим системам: «Параметры группировки BDS», «Параметры группировки GPS», «Параметры группировки ГЛОНАСС (GLO)», «Параметры группировки Galileo (GAL)», «Параметры группировки QZSS», «Параметры группировки IRNSS» и другие, как показано на Рисунке 4-4.

4. Редактирование сценария имитации

4.2 Параметры спутниковой группировки

- ▼ Ephemeris
 - ▶ EphemerisBDS
 - ▶ EphemerisGPS
 - ▶ EphemerisGLO
 - ▶ EphemerisGAL
 - ▶ EphemerisQZSS
 - ▶ EphemerisIRNSS
 - SBASEphemeris

Рисунок 4-4 – Параметры спутниковой группировки

4.2.1 Редактирование параметров спутниковой группировки

Нажмите на пункт «Параметры группировки XXX» в дереве каталогов, чтобы перейти на страницу редактирования параметров спутниковой группировки. Данная страница в основном охватывает такую информацию, как «Имитационные эфемериды», «Високосные секунды», «Параметры ориентации Земли» и «Параметры расхождения временных шкал», как показано на Рисунке 4-5. При настройке параметров группировки пользователь может устанавливать значения в соответствии со своими потребностями.

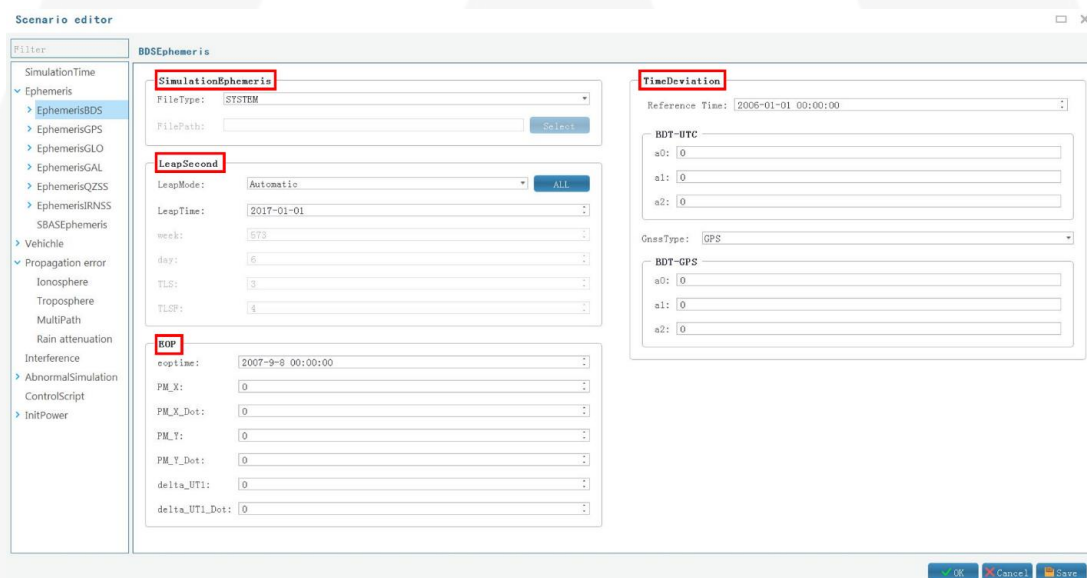


Рисунок 4-5 – Редактирование параметров спутниковой группировки

1. Имитационные эфемериды: Нажмите кнопку выбора типа файла



и укажите «System», «SP3», «YUMA» или «RINEX». Затем выберите путь к файлу , необходимому пользователю. «System» означает использование параметров эфемерид, заданных в программном обеспечении по умолчанию.

2. Високосные секунды: Нажмите на системный временной параметр «Високосные секунды». В настоящее время имитатор использует в качестве временного стандарта Всемирное координированное время (UTC), основанное на вращении Земли. Поскольку вращение Земли в долгосрочной перспективе замедляется, возникает расхождение между UTC и атомным временем. Для обеспечения согласованности в имитаторе предусмотрена опция настройки «Високосные секунды». Пользователь может выбрать режим «Автоматически» для конфигурации количества високосных секунд или режим «Вручную» для их ручной установки для каждой системы.

- а. Выбор режима «Автоматически» позволяет настроить систему високосных секунд; параметры високосных секунд будут автоматически загружены в соответствии с временем начала имитации.
- б. Нажмите «Режим високосных секунд» и выберите режим «Вручную», чтобы отредактировать параметры LeapTime сценария. LeapTime может быть установлен на любой момент после 1 января 2006 года и должен быть введен в формате ГГГГ-ММ-ДД. Параметры «Неделя» и «День» будут рассчитаны и сгенерированы автоматически в соответствии с настройками

4.2 Параметры спутниковой группировки

LeapTime, или могут быть сгенерированы вручную. Если настройки не производятся, система загрузит параметры по умолчанию (номер недели, день, TLS, TLSF и другие) со значениями 0. Конкретные настройки показаны на Рисунке 4-6.

The screenshot shows a configuration window titled "LeapSecond". It contains the following fields and values:

Field	Value
LeapMode:	Manual
LeapTime:	2017-01-01
week:	573
day:	6
TLS:	3
TLSF:	4

An "ALL" button is located next to the LeapMode field.

Рисунок 4-6 – Настройка параметров високосных секунд

3. Параметры ориентации Земли: Указывают на параметры ориентации земной системы отсчета относительно небесной системы отсчета. Пользователь может устанавливать их по мере необходимости. Если настройки не производятся, система загрузит параметры по умолчанию (PM_X, PM_X_Dot, PM_Y, PM_Y_Dot, delta_UT1, delta_UT1_Dot) со значениями 0, как показано на Рисунке 4-7.

The screenshot shows a configuration window titled "EOP". It contains the following fields and values:

Field	Value
eoptime:	2007-9-8 00:00:00
PM_X:	0
PM_X_Dot:	0
PM_Y:	0
PM_Y_Dot:	0
delta_UT1:	0
delta_UT1_Dot:	0

Рисунок 4-7 – Настройка параметров ориентации Земли

4. Параметры расхождения временных шкал: Нажмите «Расхождение времени спутников», чтобы установить параметры временного расхождения для одного спутника или всех спутников каждой системы в соответствии с потребностями тестирования. Если настройки не производятся, система загрузит параметры временного расхождения спутников со значениями 0 по умолчанию, как показано на Рисунке 4-8.

TimeDeviation

Reference Time: 2006-01-01 00:00:00

BDT-UTC

a0: 0

a1: 0

a2: 0

Gnsstype: GPS

BDT-GPS

a0: 0

a1: 0

a2: 0

Рисунок 4-8 – Настройка параметров расхождения временных шкал

4.2.2 Редактирование параметров спутника

Нажмите на пункт «Спутник XX» в дереве каталогов, чтобы перейти на страницу редактирования параметров выбранного спутника, как показано на Рисунке 4-9. Данная страница в основном охватывает такую информацию, как «Ошибка часов», «PRN», «Целостность», «Аппаратная задержка», «Диаграмма направленности передающей антенны спутника», «Другое» и «Параметры имитационных эфемерид». При настройке параметров спутника пользователь может устанавливать значения в соответствии со своими потребностями.

4. Редактирование сценария имитации

4.2 Параметры спутниковой группировки

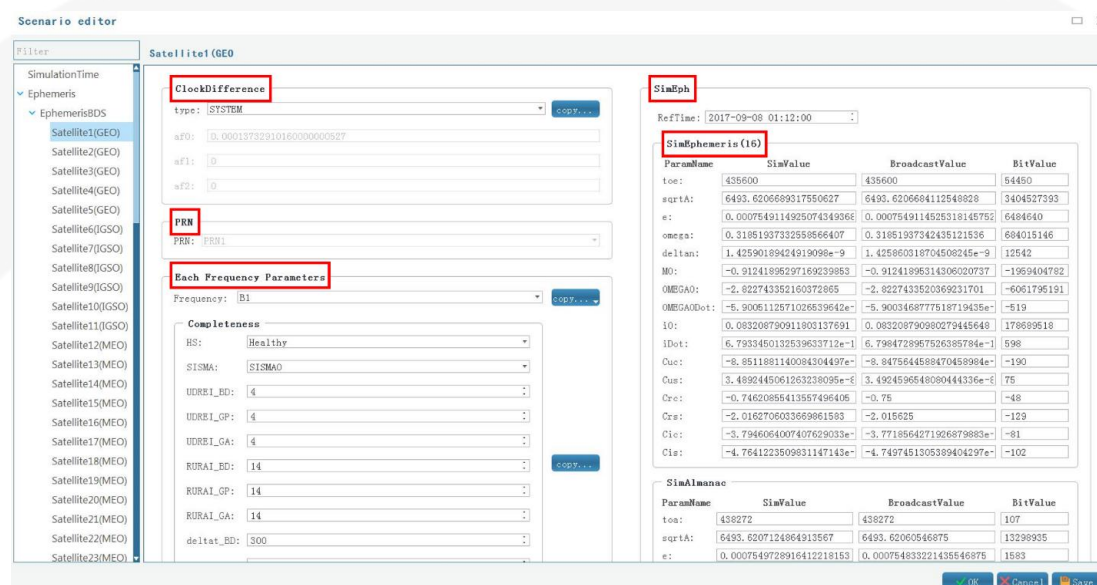


Рисунок 4-9 – Редактирование параметров спутника

4.2.2.1 Ошибка часов

В зависимости от целей использования для ошибок спутниковых часов применяются различные модели погрешностей.

Для тестирования точности псевдодалности используется биномиальная модель ошибки часов. Параметры этой модели идентичны параметрам ошибки часов в навигационном сообщении. При тестировании точности псевдодалности модель ошибки часов может быть предоставлена через навигационное сообщение для полной компенсации влияния ошибки спутниковых часов на псевдодалность, что удобно для проведения измерений.

Для тестирования точности позиционирования реальное отклонение часов спутника моделируется с помощью комбинации биномиальной модели и Марковского процесса первого порядка. Параметры биномиальной модели соответствуют ошибке часов в навигационном сообщении. Марковский процесс первого порядка имитирует остаточный эффект после коррекции ошибки часов. Начальное значение (регулируемое) по умолчанию составляет 1 метр, постоянная времени (регулируемая) по умолчанию — 200 секунд,

среднеквадратическое отклонение белого шума (регулируемое) по умолчанию — 0,06 метра.

Для установки параметров ошибки часов текущего спутника можно выбрать системную ошибку часов по умолчанию в поле выбора «Тип», настроить значение параметров ошибки часов вручную или полностью отключить параметры ошибки часов.

Также можно использовать флажок «Копировать» справа для применения значений ошибки часов данного спутника ко всем спутникам системы, как показано на Рисунке 4-10.

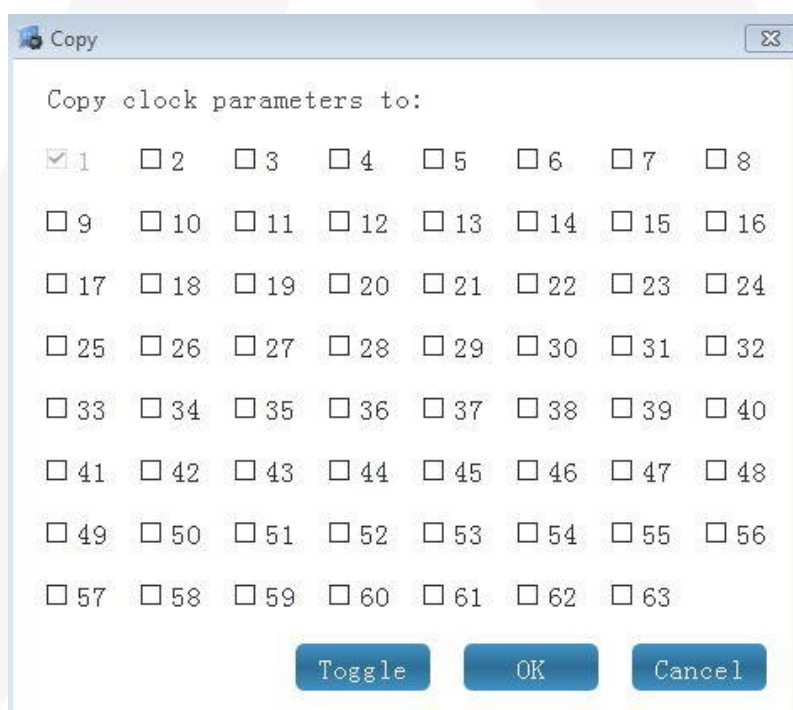


Рисунок 4-10 – Флажок копирования параметров ошибки часов

Вы можете выбрать отдельные номера спутников для индивидуальной настройки или, сняв выделение, выбрать все номера спутников для групповой установки параметров.

4.2 Параметры спутниковой группировки

Система GPS

Таблица 4-1. Описание параметров ошибки часов (1)

Категория параметра	Единица измерения в сценарии	Диапазон значений	Кол-во бит	Масштабный коэффициент	Единица измерения в ICD
af0	s	$\pm 9.76e-4$	26*	2^{-35}	s
af1	s/s	$\pm 1.86e-9$	20*	2^{-48}	s/s
af2	s/s ²	$\pm 4.43e-16$	10*	2^{-60}	s/s ²

Система BDS-B1C/B2A (BD3)

Таблица 4-2. Описание параметров ошибки часов (2)

Категория параметра	Единица измерения в сценарии	Диапазон значений	Кол-во бит	Масштабный коэффициент	Единица измерения в ICD
af0	s	$\pm 9.76e-4$	25*	2^{-34}	s
af1	s/s	$\pm 1.86e-9$	22*	2^{-50}	s/s
af2	s/s ²	$\pm 1.38e-17$	11*	2^{-66}	s/s ²

Система BDS-B1I/B2I/B3I (BD2)

Таблица 4-3. Описание параметров ошибки часов (3)

Категория параметра	Единица измерения в сценарии	Диапазон значений	Кол-во бит	Масштабный коэффициент	Единица измерения в ICD
af0	s	$\pm 9.76e-4$	24*	2^{-33}	s
af1	s/s	$\pm 1.86e-9$	22*	2^{-50}	s/s
af2	s/s ²	$\pm 1.38e-17$	11*	2^{-66}	s/s ²

4.2.2.2 PRN

Поле PRN в интерфейсе в данный момент не предоставляет функции редактирования и служит только для индикации псевдослучайного шумового кода (PRN), используемого данным спутником. По умолчанию номер PRN соответствует номеру спутника, как показано на Рисунке 4-11.

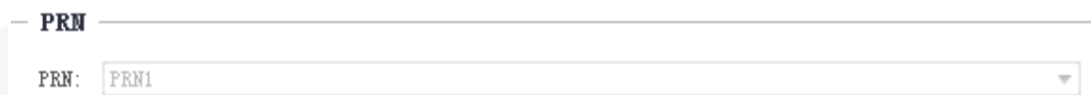


Рисунок 4-11 – Окно отображения PRN для спутника 1

4.2.2.3 Целостность

В окне редактирования можно свободно устанавливать параметры «Состояние здоровья» (Health Status) и «SISMA» для спутников каждой имитационной системы. Для сигналов спутников BeiDou-3 также можно устанавливать параметры «SISAlae», «SISAocb», «SISAoc1» и «SISAoc2», как показано на Рисунке 4-12.



Рисунок 4-12 – Настройка параметров целостности

Просмотреть настройки других частотных параметров в системе можно, переключая частотные точки в соответствующем поле, как показано на Рисунке 4-13.

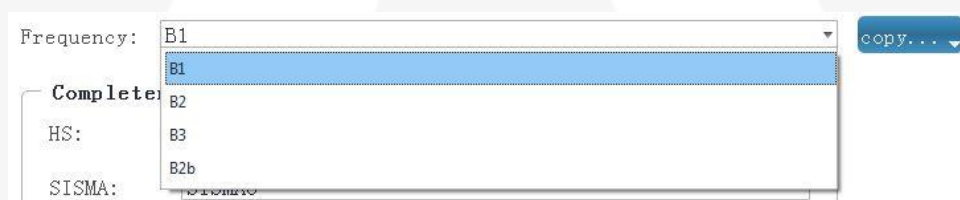
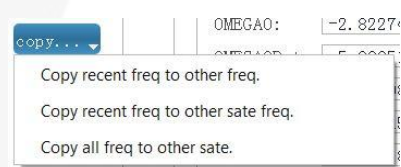


Рисунок 4-13 – Переключение частоты для просмотра параметров

Выберите частотную точку, для которой требуется установить параметры. Также можно использовать раскрывающееся меню «Копировать»



справа для применения настроек к соответствующей частотной точке.

4.2.2.4 Аппаратная задержка

В зависимости от целей использования для аппаратных задержек (TGD) применяются различные модели погрешностей.

Для тестирования точности псевдодальности используется постоянная модель TGD, параметры которой идентичны параметрам TGD в навигационном сообщении. Модель TGD может быть предоставлена через навигационное сообщение для полной компенсации её влияния на псевдодальность.

Для тестирования точности позиционирования используется модель "константа + ошибка константы" для TGD. Абсолютное значение константы находится в диапазоне от 0 до 15 метров, а ошибка — от 0 до 0,2 метра.

Задержка TGD спутника может быть отредактирована для имитации рабочего состояния спутника с наличием групповой аппаратной задержки, как показано на Рисунке 4-14.

Рисунок 4-14 – Аппаратная задержка

Можно применить параметры к другим спутникам, установив флажок «Копировать» справа.

Межчастотный TGD, внутричастотный ISC

Таблица 4-4. Параметры групповой аппаратной задержки

Frequency	Parameter category	Unit in scene	Value range	Number of bits occupied	Scale factor	Unit in ICD
GPS L1C/A	T _G D	ns	-59 ns~59 ns	8*	2 ⁻³¹	s

4.2 Параметры спутниковой группировки

GPS L1C	T _{GD}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L1CP}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L1CD}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
GPS L2C	T _{GD}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L1C/A}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L2C}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L5I5}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L5Q5}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
GPS L5	T _{GD}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L1C/A}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L2C}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L5I5}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
	ISC _{L5Q5}	ns	-119 ns~119 ns	13*	2 ⁻³⁵	s
BDS B1I	T _{GD1}	ns	-51.1 ns~51.1ns	10*	0.1	ns
	T _{GD2}	ns	-51.1ns~51.1ns	10*	0.1	ns
BDS B3I	T _{GD1}	ns	-51.1ns~51.1ns	10*	0.1	ns
	T _{GD2}	ns	-51.1ns~51.1ns	10*	0.1	ns
BDS B1C	T _{GDB1Cp}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	T _{GDB2ap}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	ISC _{B1Cd}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
BDS B2A	T _{GDB1Cp}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	T _{GDB2ap}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	ISC _{B2ad}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
BDS B1A	T _{GDB1Ap}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	ISC _{B1Ad}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s
	ISC _{B3AEp}	ns	-119ns~119ns	12*	2 ⁻³⁴	s

4. Редактирование сценария имитации

4.2 Параметры спутниковой группировки

BDS B3A	T_{GDB1Ap}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	ISC_{B3Ad}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	ISC_{B3AEp}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
BDS B3AE	T_{GDB1Ap}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	ISC_{B3AEd}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	ISC_{B3AEp}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
BDS B2b-I	T_{GDB2bI}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
BDS B2b-Q	T_{GDB2bQ}	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
Galileo E5a	$B_{GD(E1,E5a)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	$B_{GD(E1,E5b)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
Galileo E5b	$B_{GD(E1,E5a)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
	$B_{GD(E1,E5b)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
Galileo	$B_{GD(E1,E5a)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
E1b	$B_{GD(E1,E5b)}$	ns	-119ns~119ns	12*	2^{-34}	s
GLO	/	/	/	/	/	/
IRNSS	/	/	/	/	/	/
QZSS	/	/	/	/	/	/

4.2.2.5 Диаграмма направленности передающей антенны спутника

Через интерфейс настройки группировки можно выбрать любой спутник или комбинацию спутников в каждой системе для установки параметров диаграммы направленности антенны, как показано на Рисунке 4-15.

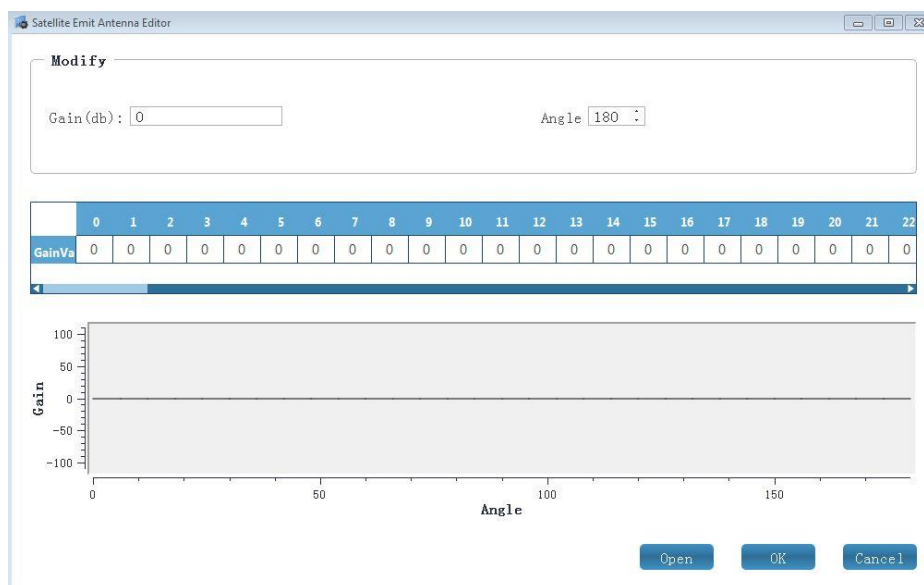


Рисунок 4-15 – Диаграмма направленности передающей антенны спутника

Тип спутника в данный момент не поддерживает выбор. Угол отклонения от оси по умолчанию составляет 20 градусов. Значение усиления необходимо устанавливать отрицательным числом в диапазоне от -100 до 0.

Определение угла отклонения от оси: линия, соединяющая центр антенны спутника и центр Земли, определяется как угол отклонения от оси, равный 0 градусов. Поскольку диаграмма направленности антенны спутника симметрична, при её редактировании доступна для ввода только половина диаграммы (0-180 градусов). В реальных условиях максимальный диапазон угла отклонения от оси спутника обычно составляет 20-25 градусов. За пределами этого диапазона ослабление мощности максимально, и можно считать, что сигнал отсутствует.

4.2 Параметры спутниковой группировки

В процессе имитации усиление спутника максимально при нулевом угле отклонения от оси, и по умолчанию это значение равно 0, что означает отсутствие ослабления. Значения усиления, установленные для других углов отклонения от оси, представляют собой относительное усиление (ослабление) по отношению к максимальному значению.

Пример настройки: Чтобы установить усиление -20 дБ, необходимо сначала ввести -20 в столбце «Установленное значение» (Set Value), затем щелкнуть мышью для установки азимута от 0 до 180 градусов или, удерживая левую кнопку, провести для задания диапазона.

После завершения настройки нажмите «ОК», и соответствующие файлы будут созданы в окне файлов:

Установленные параметры антенны спутника могут быть применены к другим спутникам и другим частотным точкам в системе с помощью флажка «Копировать» справа.

4.2.2.6 Параметры имитационных эфемерид

1. Опорное время: Щелкните по пункту «Опорное время»

для редактирования опорного времени имитационных эфемерид. Время начала может быть установлено на любой момент после 1 января 2006 года и должно быть введено в формате ГГГГ-ММ-ДД чч:мм.

2. Параметры имитационных эфемерид (16 параметров): В левом меню можно выбрать соответствующую группировку в соответствии с

требованиями. На примере группировки BDS, как показано на Рисунке 4-16, пользователь может редактировать и устанавливать 16 параметров эфемерид для группировок BDS/GPS/ГЛОНАСС/GAL/QZSS/IRNSS. Описание параметров приведено в Таблице 4-5.

SimEphemeris (16)

ParamName	SimValue	BroadcastValue	BitValue
toe:	435600	435600	54450
sqrtA:	6493.6206689317550627	6493.6206684112548828	3404527393
e:	0.0007549114925074349368	0.0007549114525318145752	6484640
omega:	0.31851937332558566407	0.31851937342435121536	684015146
deltan:	1.42590189424919098e-9	1.425860318704508245e-9	12542
M0:	-0.91241895297169239853	-0.91241895314306020737	-1959404782
OMEGA0:	-2.822743352160372865	-2.8227433520369231701	-6061795191
OMEGA0Dot:	-5.9005112571026539642e-1	-5.9003468777518719435e-1	-519
i0:	0.083208790911803137691	0.083208790980279445648	178689518
iDot:	6.7933450132539633712e-1	6.7984728957526385784e-1	598
Cuc:	-8.8511881140084304497e-1	-8.8475644588470458984e-1	-190
Cus:	3.4892445061263238095e-8	3.4924596548080444336e-8	75
Crc:	-0.74620855413557496405	-0.75	-48
Crs:	-2.0162706033669861583	-2.015625	-129
Cic:	-3.7946064007407629033e-1	-3.7718564271926879883e-1	-81
Cis:	-4.7641223509831147143e-1	-4.7497451305389404297e-1	-102

Рисунок 4-16 – Параметры имитационных эфемерид (16 параметров)

Таблица 4-5. Описание 16 параметров эфемерид

Parameter	Direction	Type	Byte	Unit
[TOE]	Ephemeris reference time	long	4	s
[SQRT (A) m ^ 1/2]	Square root of semi-major axis a	double	8	m
[Eccentricity]	Orbital eccentricity e	float	4	
[Argument of Perogee]	Approach angle ω	double	8	rad
[Right Ascen at Toe]	Ascending node right ascension Ω	double	8	rad
[Rate of Right Ascen(R/s)]	Ascending node rate of change $\dot{\Omega}$	float	4	rad/s
[Orbital Inclination]	Inclination angle i	float	4	rad
[Inclination rate]	Inclination rate $\dot{i}$			
[Mean Anom]	Mean anomaly M	double	8	rad
[Dn]	Mean angular velocity correction Δn			
[Cis]	Orbital inclination sinusoidal harmonic correction amplitude			
[Cic]	Orbital inclination cosine harmonic correction amplitude			
[Crs]	Orbital radius sine harmonic correction amplitude			
[Crc]	Orbital radius cosine harmonic correction amplitude			
[Cus]	Sine harmonic correction amplitude of ascending node angular distance			
[Cuc]	Ascending node angle distance cosine harmonic correction amplitude			

4.3 Параметры объекта

4.3 Параметры объекта

4.3.1 Начальное положение

Начальное положение задается в прямоугольной системе координат. Пользователь может установить начальное положение для сценария имитации в соответствии с требованиями. Единица измерения — метр.

Geodetic coord

Longitude: 116

Latitude: 40

Height: 100

Рисунок 4-17 – Интерфейс настройки начального положения

Данные координаты представлены в геодезической системе координат (координаты долготы и широты) для района Пекина.

Cartesian coord based on WGS84

X (m): -2144855.4227256057784

Y (m): 4397605.3128464939073

Z (m): 4078049.8509613280185

Рисунок 4-18 – Геодезическая система координат для района Пекина

Параметры в прямоугольной системе координат будут пересчитываться в реальном времени в соответствии с геодезической системой координат (соответствуют рисунку выше).

SpeedX: 0

SpeedY: 0

SpeedZ: 0

Force as initial track point: ☐ false

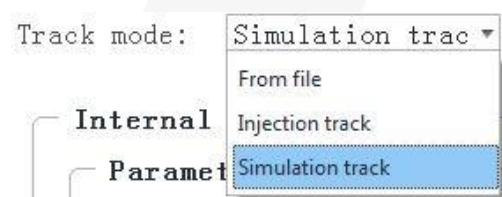
Рисунок 4-19 – Пересчет в прямоугольную систему координат

Пользователь может задать начальную скорость и ускорение для сценария по трем координатным направлениям. Единицы измерения — м/с и м/с² соответственно.

При выполнении имитации движения по траектории можно установить флажок «Принудительно использовать начальную точку траектории», чтобы применить параметры из данного интерфейса к начальной точке имитации траектории.

4.3.2 Редактирование траектории

Редактирование траектории предоставляет пользователю окно для работы с траекторией объекта, поддерживая три режима: «Редактирование имитационной траектории», «Импорт внешнего файла траектории» и «Внедрение данных внешней траектории».



Интерфейс редактирования траектории

показан на Рисунке 4-20.

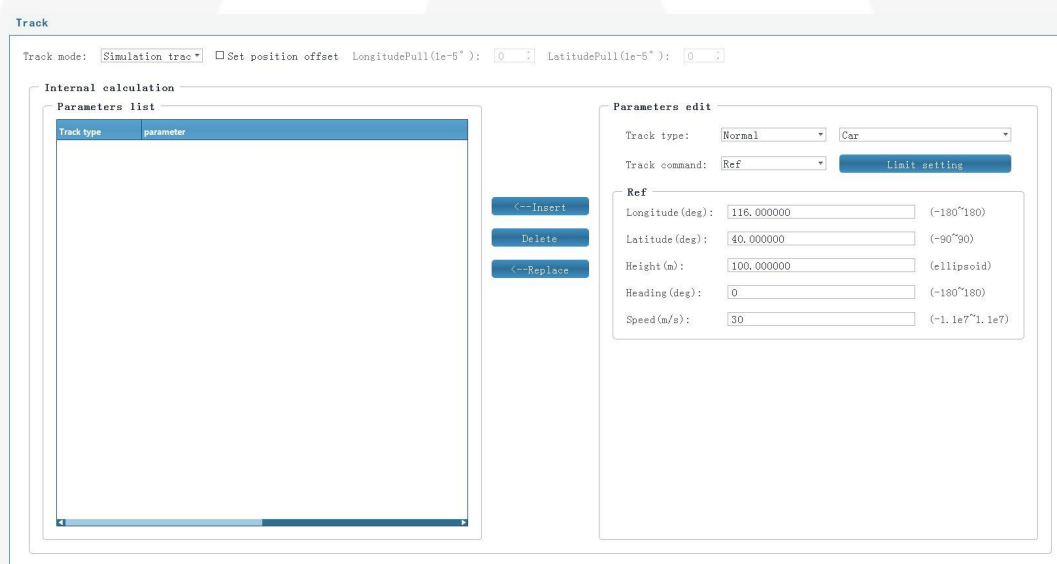


Рисунок 4-20 – Интерфейс редактирования траектории

4.3.2.1 Редактирование имитационной траектории

Редактирование имитационной траектории включает три типа траекторий: «Навигационная траектория», «Спутниковая траектория» и «Тестовая траектория».

(I) Навигационная траектория

Выбрав «Имитация навигационной траектории», пользователь может редактировать такие модели траекторий, как «Автомобиль», «Самолет», «Корабль», «Окружность» и другие, как показано на Рисунке 4-21.

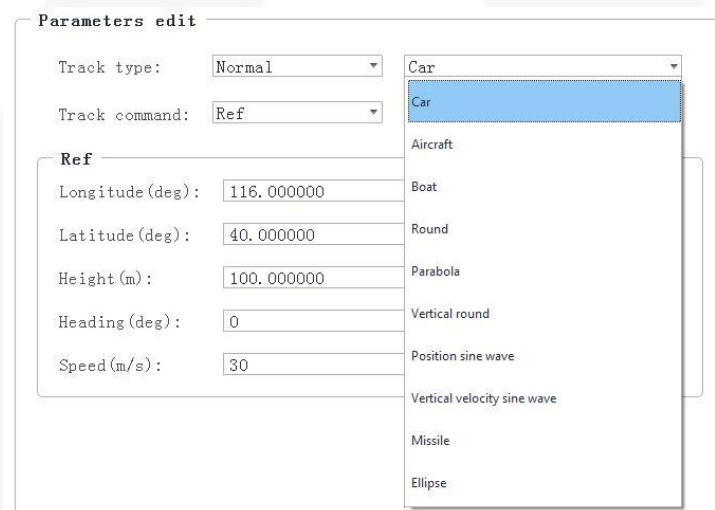


Рисунок 4-21 – Интерфейс редактирования навигационной траектории

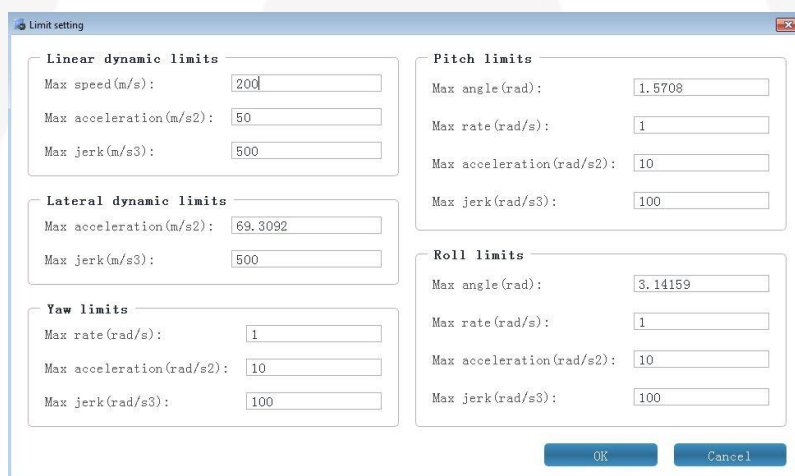


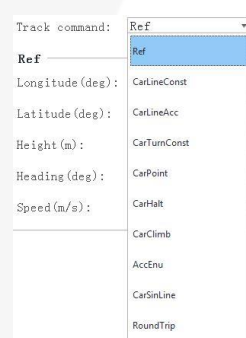
Рисунок 4-22 – Интерфейс настройки ограничений редактирования

4.3 Параметры объекта

При использовании «Имитации навигационной траектории» для редактирования траекторий имитатор устанавливает предельные значения по умолчанию для обеспечения реалистичности различных моделей, как показано на Рисунке 4-22. Они подразделяются на: Линейные динамические ограничения (в основном используются в линейном движении); Боковые динамические ограничения (в основном используются при поворотах, наборе высоты, движении к фиксированной точке и других угловых перемещениях); Ограничения курсового угла (в основном используются при поворотах и движении к фиксированной точке); Ограничения угла тангажа (в основном используются при наборе высоты); Ограничения угла крена (в основном используются при поворотах самолета и движении к фиксированной точке).

При редактировании траекторий, таких как автомобиль, самолет, корабль, используются различные команды траектории. При установке параметров различных команд траектории должны соблюдаться заданные ограничения. Если ограничения превышены, редактируемая траектория будет скорректирована в соответствии с установленными предельными значениями. Пример: Если необходимо отредактировать равноускоренное линейное движение с максимальной скоростью 300 м/с, но в ограничениях максимальная скорость установлена на 200 м/с, то редактируемое равноускоренное линейное движение будет ускоряться максимум до 200 м/с.

Редактирование траекторий автомобиля, самолета и корабля в основном заключается в настройке параметров их различных команд траектории. Ниже приведены конкретные команды для управления траекторией.



4.3 Параметры объекта

1. Начальные установки

При редактировании траекторий, таких как автомобиль, самолет, корабль, необходимо сначала задать начальную точку, после чего можно редактировать траекторию. В команде «Начальные установки» можно задать параметры начальной точки: «долгота», «широта», «высота (над эллипсоидом)», «курс (0° — направление на север)» и «скорость».

2. Прямолинейное движение с постоянной скоростью

Режимы движения в команде прямолинейного движения с постоянной скоростью могут быть разделены «по времени движения» и «по пройденному расстоянию». При выборе соответствующего режима движения устанавливаются два параметра: «пройденное расстояние» и «время движения». Скорость прямолинейного движения с постоянной скоростью будет определяться параметром скорости из предыдущей команды траектории.

3. Прямолинейное движение с ускорением/замедлением

Режим ускорения и режим изменения скорости могут быть установлены в команде прямолинейного движения с ускорением/замедлением. Режим ускорения может быть разделен «по пути разгона/торможения» и «по времени разгона/торможения». При выборе соответствующего режима ускорения устанавливаются параметры «время разгона/торможения» и «путь разгона/торможения». Режим изменения скорости также может быть разделен на две настройки параметров: «достигаемая скорость» и «изменение скорости». Ускорение рассчитывается по формуле $v = v_0 + at$.

4. Поворот с постоянной скоростью

Режим изменения направления в команде поворота с постоянной скоростью для моделей траекторий автомобиля и корабля может быть разделен на две

настройки параметров: «изменение направления» и «конечное направление», а также «время поворота». Изменение направления выполняется по часовой стрелке, конечное направление рассчитывается относительно направления на север, принимаемого за 0° .

Команда траектории для самолета разделена на два параметра: «изменение курса» и «боковое ускорение». Во время поворота самолета с постоянной скоростью возникает крен, который создает боковое ускорение, изменение курса происходит по часовой стрелке.

5. Движение к фиксированной точке

Команды движения к фиксированной точке для моделей траекторий автомобиля и корабля включают такие параметры, как «широта», «долгота», «высота (над эллипсоидом)» и «радиус разворота».

Команды траектории для самолета включают такие параметры, как «широта», «долгота», «высота (над эллипсоидом)» и «боковое ускорение». Настройка бокового ускорения аналогична настройке «поворота с постоянной скоростью» для траектории самолета.

6. Остановка движения

Способ остановки в команде траектории «Остановка движения» включает два параметра: «путь до остановки» и «время до остановки».

7. Набор/снижение высоты

Режим изменения высоты в команде движения с набором/снижением высоты для модели траектории автомобиля может быть разделен на два варианта: «достижение высоты» и «изменение высоты», а также параметр «пройденный путь».

Команда траектории для самолета разделена на такие параметры, как «изменение высоты», «скорость изменения высоты», «начальное боковое

4.3 Параметры объекта

ускорение» и «конечное боковое ускорение». При наборе или снижении высоты самолета возникает боковое ускорение, изменяющее направление носа самолета, что обеспечивает движение в заданном направлении. Боковое ускорение рассчитывается по формуле $ah = V^2/R$.

8. Поворот с ускорением

Команда траектории для модели самолета «Поворот с ускорением» включает такие параметры, как «изменение курса», «боковое ускорение» и «изменение скорости». Изменение курса происходит по часовой стрелке.

9. Комбинированное движение

Команда траектории «Комбинированное движение» включает такие параметры, как «изменение курса», «боковое ускорение», «изменение высоты», «скорость изменения высоты» и «изменение скорости».

10. Прямолинейное движение с изменением тангажа

В модели траектории самолета прямолинейное движение с изменением тангажа означает перемещение модели с набором или снижением высоты по горизонтальной прямой. Команда траектории включает два параметра: «время движения» и «изменение тангажа».

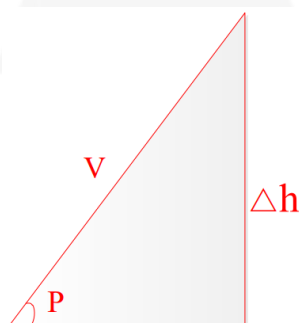


Рисунок 4-23 – Схема прямолинейного движения, вид сверху

11. Прямолинейное движение с креном

В модели траектории самолета прямолинейное движение с креном означает боковое вращение модели в горизонтальном направлении. Команда траектории включает параметры «время движения» и «изменение крена».

Расчет угла крена γ : $\tan \gamma = ax/g$.

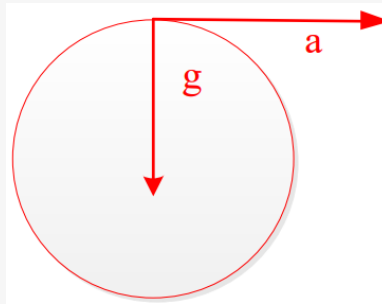


Рисунок 4-24 – Схема прямолинейного движения с креном

12. Прямолинейное движение с заданным курсом

Команда траектории «Прямолинейное движение с заданным курсом» в модели траектории самолета разделена на два параметра: «время движения» и «изменение тангажа».

Примечание: При редактировании траектории модели корабля имитатор предоставляет пользователю настройки уровня волнения и интенсивности. Уровень волнения подразделяется на десять уровней от 0 до 9, и пользователь может редактировать параметры интенсивности для этих десяти уровней. Как показано на Рисунке 4-25, можно установить амплитуду, частоту и фазу для трех направлений: крена, дифферента и вертикальной качки.

4.3 Параметры объекта

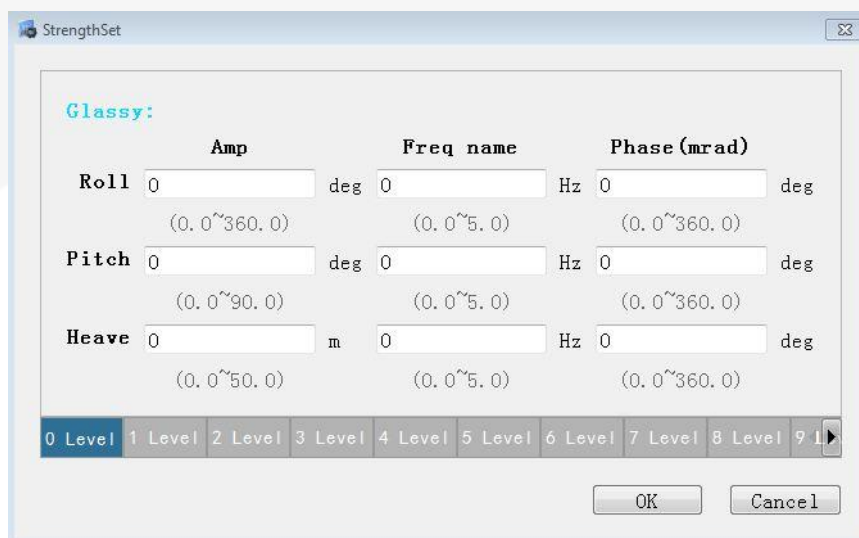


Рисунок 4-25 – Настройка параметров волнения

При редактировании траекторий автомобиля, самолета и корабля необходимо комбинировать несколько команд траектории, при этом начальные установки обязательны. При установке параметров соответствующей команды траектории пользователю необходимо нажать кнопку «Добавить» для сохранения параметров команды. После редактирования каждой команды траектории необходимо нажимать «Добавить» для сохранения параметров перед редактированием следующей команды. Если требуется изменить параметры траектории, щелкните по параметру траектории, который нужно изменить, в списке слева, конкретные параметры выбранной траектории автоматически отобразятся справа. Пользователю необходимо внести изменения в панели редактирования параметров траектории справа. После завершения изменения нажмите «Применить» для завершения и сохранения текущего изменения траектории. Нажмите «Удалить», чтобы удалить текущие параметры траектории, как показано на Рисунке 4-26.

Модель круговой траектории позволяет установить параметры кругового движения, включая «широту центра», «долготу центра», «высоту центра», «начальный курс», «скорость», «радиус окружности» и «время движения». Пользователь может отредактировать круговую траекторию с центром в

координатах долготы, широты и высоты центра, где начальный курс отсчитывается от направления на север, принимаемого за 0° .

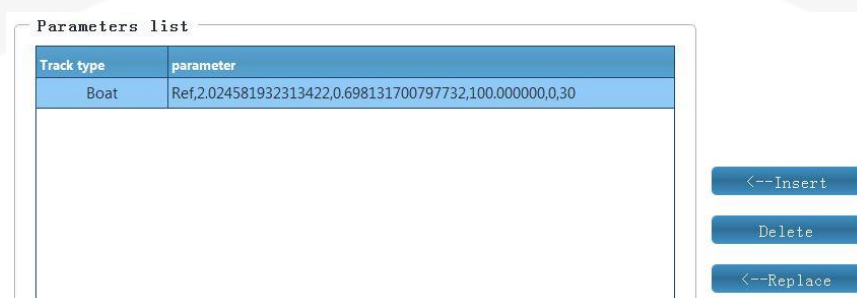


Рисунок 4-26 – Пример редактирования

Track type:

Track command:

Round

Circle center longitude(deg):

Circle center latitude(deg):

Circle center height(m): (ellipsoid)

Initial azimuth(deg):

Speed(m/s):

Radius(m): ($0 \sim 1e7$)

Duration(s): ($0 \sim 2592000$)

Рисунок 4-27 – Интерфейс редактирования круговой траектории

(II) Спутниковая траектория

Выберите «Имитация спутниковой траектории» для редактирования модели параметров, связанных с орбитой спутника, как показано на Рисунке 4-28.

Модель спутниковой траектории в основном используется для редактирования траекторий спутников и космических аппаратов. Команды траектории в модели спутниковой траектории подразделяются на три типа: «Параметры орбиты», «Ошибка орбиты 1» и «Ошибка орбиты 2».

4.3 Параметры объекта

Parameters edit

Track type: Satellite orbit

Track command: Orbit para ☒ Use force models

Orbit para

Para type: Orbital elements

Semimajor axis (km): 6870.268882

Eccentricity: 0

☐ Rad to Deg

Inclination (rad): 1.69937647811857073

RAAN (rad): 0.0439260975483428823

Argument of perigee (rad): 4.71238898038468967

True Anomaly (rad): 3.665191429188 ☐ Mean anomaly

Calculation Mode: Osculating elements

Рисунок 4-28 – Интерфейс редактирования параметров спутниковой траектории

Параметры орбиты в основном устанавливают шесть параметров спутниковой орбиты: «большая полуось», «эксцентриситет», «наклонение», «прямое восхождение восходящего узла», «аргумент перигея» и «истинная аномалия».

Ошибка орбиты спутника 1 позволяет установить параметры возмущения от атмосферного сопротивления, включая «суточное значение потока солнечного излучения», «среднее значение среднего потока излучения», «индекс геомагнитной активности», «массу спутника», «эффективную площадь спутника», «коэффициент сопротивления» и «скорость изменения коэффициента сопротивления».

Ошибка орбиты спутника 2 позволяет установить такие параметры, как возмущение от давления солнечного света, нецентральность гравитационного поля, гравитационное влияние Солнца (трех тел), гравитационное влияние Луны (трех тел), приливные деформации твердого тела Земли, океанические приливы и релятивистские эффекты. Параметры давления солнечного света включают «отношение площади к массе», «коэффициент отражения» и

«модель тени», параметры нецентральности гравитационного поля включают «размерность возмущающей силы» и «порядок возмущающей силы».

Parameters edit

Track type:

Track command: ☒ Use force models

Force models 1

☐ use

Daily F10.7:

Average F10.7:

Geomagnetic index (Kp):

Satellite mass (kg):

Satellite area (m²):

CD:

CD rate:

Рисунок 4-29 – Интерфейс редактирования параметров ошибки орбиты спутника 1

Parameters edit

Track type:

Track command: ☒ Use force models

Force models 2

☐ Use solar radiation pressure perturbation

☐ Non-spherical perturbation

☐ Use third body gravity-sun

☐ Use third body gravity-moon

☐ Use solid tide

☐ Use ocean tide

☐ Include relative effects

Solar radiation pressure

Area/Mass ratio (m²/kg):

Cr:

Shadow model:

Non-spherical perturbation

Maximum degree:

Maximum order:

Рисунок 4-30 – Интерфейс редактирования параметров ошибки орбиты спутника 2

(III) Тестовая траектория

Выберите «Имитация тестовой траектории», и вы сможете использовать различные траектории, предоставляемые программным обеспечением, для редактирования требуемых сценариев. В настоящее время тестовые сценарии

4.3 Параметры объекта

можно разделить на две категории: калибровочные тесты и общие тесты. Калибровочные тесты включают: «Фиксированная псевдодальность спутника», «Фиксированная скорость спутника», «Фиксированное ускорение спутника», «Фиксированный рывок спутника», «Синусоидальное изменение псевдодальности спутника», «Специальный сценарий для сравнительных испытаний высокой производительности» и др. Общие тесты включают: «Поддержание начального состояния», «Равномерное движение пользователя», «Равноускоренное движение пользователя», «Движение пользователя с постоянным рывком», «Движение пользователя с постоянной производной рывка (snap)», «Движение пользователя с постоянной второй производной рывка (crackle)», «Круговое движение пользователя», «Спиральное движение пользователя» и др.

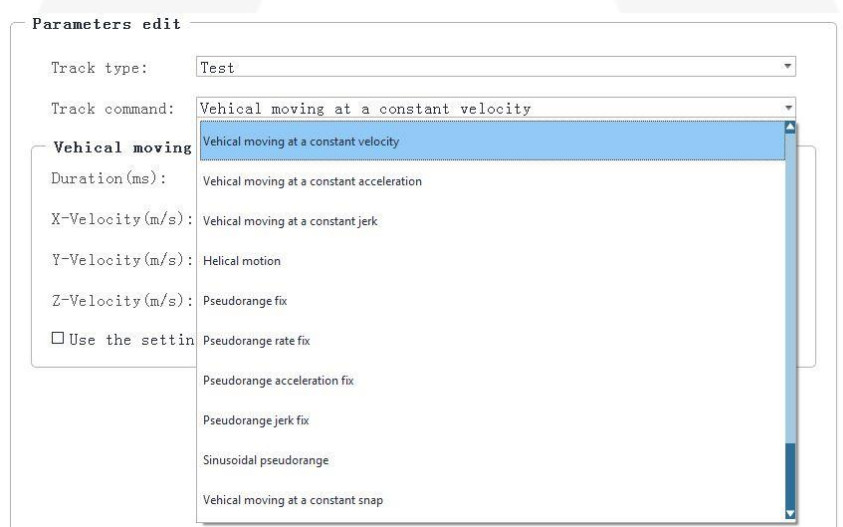


Рисунок 4-31 – Интерфейс тестовой траектории

Для каждого типа движения можно задать соответствующие параметры. Например, для равномерного движения пользователя можно установить длительность и параметры скорости по трем направлениям в прямоугольных координатах, как показано на Рисунке 4-32.

The screenshot shows the 'Parameters edit' window. At the top, 'Track type' is set to 'Test' and 'Track command' is 'Vehical moving at a constant velocity'. Below this, the 'Vehical moving at a constant velocity' section contains four input fields: 'Duration(ms):' with value '0', 'X-Velocity (m/s):' with value '0', 'Y-Velocity (m/s):' with value '0', and 'Z-Velocity (m/s):' with value '0'. At the bottom, there is a checkbox labeled 'Use the setting(if no value is specified,previously simulated data will be used.)' which is currently unchecked.

Рисунок 4-32 – Интерфейс редактирования равномерного движения

После установки параметров нажмите «Добавить», и соответствующие параметры траектории появятся в списке траекторий слева, как показано на Рисунке 4-33.

The screenshot shows the 'Internal calculation' window. On the left is the 'Parameters list' panel with a table:

Track type	parameter
Test	1.000.0.1.0.0

Below the table are three buttons: '<--Insert', 'Delete', and '<--Replace'. On the right is the 'Parameters edit' panel, which is identical to the one in Figure 4-32, showing the same settings for 'Vehical moving at a constant velocity'.

Рисунок 4-33 – Отображение параметров траектории равномерного движения

Пользователь может добавлять, удалять и изменять каждую группу параметров траектории.

Примечание: Специальные типы движения не могут сосуществовать с другими траекториями в одном списке.

4.3.2.2 Импорт внешнего файла траектории

Функция импорта внешнего файла траектории в основном используется для загрузки внешних файлов траекторий, файлов данных об ориентации и инерциальных данных, как показано на Рисунке 4-34.

Загрузите путь к файлу в соответствии с выбранным форматом и нажмите «Сохранить».

4.3 Параметры объекта

Track

Track mode: From file ☐ Set position offset

Track file

Format: TRK

File path: jFile/TrkFile.trk ...

Attitude file

File path: ...

Рисунок 4-34 – Интерфейс импорта внешнего файла траектории

4.3.3 Параметры антенны

Настройка параметров антенны в основном используется для многоканальных помехозащищенных приёмников. Параметры антенны включают в себя настройки «Местоположение установки», «Ориентация при установке», «Диаграмма направленности антенны», «Фазовый центр антенны» и другие.

Scenario editor

Filter: SimulationTime Ephemeris Vehicle Initial reference Track **Antenna** INS model Propagation error Interference AbnormalSimulation ControlScript InitPower

Antenna

Antenna list

← Insert Delete ← Replace Import

Rotation order from body frame to antenna frame

Rotation order: T→Z→X

Position on the body frame

X: 0 Y: 0 Z: 0

Orientation on the body frame

X: 0 Y: 0 Z: 0

Antenna pattern

File: Edit

Antenna PCO and PCV

Antenna type: Edit

Frequency

Frequency: Select

OK Cancel Save

Рисунок 4-35 – Интерфейс редактирования параметров антенны

1. Локальная горизонтальная система координат / Локальная географическая система координат / Навигационная система координат

Навигационная система координат при расчёте диаграммы направленности антенны определяется следующим образом: локальная горизонтальная система координат берёт начало O в центре масс объекта. Ось X направлена вдоль касательной к местному меридиану в сторону Северного полюса. Ось Y перпендикулярна локальной горизонтальной плоскости и направлена в зенит. Ось Z дополняет систему до правой (направление на восток).

2. Связанная система координат объекта

Связанная система координат объекта берёт начало в центре масс объекта и определяет правую систему координат $O\text{-}XYZ$. При расчёте диаграммы направленности антенны связанная система координат объекта принимается как «Перед-Верх-Право» (FUR). Пользователь определяет взаимосвязь между связанной системой координат объекта и навигационной системой, задавая углы поворота и порядок поворотов вокруг осей навигационной системы XYZ . Поворот вокруг оси X (N) определяется как угол крена. Поворот вокруг оси Y (U) определяется как азимутальный угол или курс. Поворот вокруг оси Z (E) определяется как угол тангажа. Согласно правилу правой руки, большой палец правой руки указывает положительное направление оси вращения, а четыре пальца показывают направление положительного поворота.

Существует 6 возможных порядков поворота, определяемых следующим образом:

- 1-xyz: Порядок вращения - ось X , ось Y , ось Z .
- 2-xzy: Порядок вращения - ось X , ось Z , ось Y .
- 3-yxz: Порядок вращения - ось Y , ось X , ось Z .
- 4-yzx: Порядок вращения - ось Y , ось Z , ось X .

4.3 Параметры объекта

5-zxu: Порядок вращения - ось Z, ось X, ось Y.

6-zyx: Порядок вращения - ось Z, ось Y, ось X.

3. Собственная система координат антенны

Собственная система координат антенны определяет правую систему координат O-XYZ с началом O в центре масс (или фазовом центре) антенны. Система координат, используемая внутри программного обеспечения — «Перед-Верх-Право» (FUR). Пользователь может определить взаимосвязь между собственной системой координат антенны и связанной системой объекта, задавая ориентацию антенны при установке и порядок поворотов.

Ориентация антенны определяется как соотношение поворота между собственной системой координат антенны и связанной системой координат объекта (поворот от связанной системы объекта к системе координат антенны). Она выражается в углах Эйлера, то есть в определённом порядке связанная система координат объекта поворачивается вокруг осей X, Y, Z на соответствующие углы для получения собственной системы координат антенны. Согласно правилу правой руки, большой палец правой руки указывает положительное направление оси вращения, а четыре пальца показывают направление положительного поворота.

Существует 6 возможных порядков поворота, определяемых следующим образом:

1-xyz: Порядок вращения - ось X, ось Y, ось Z.

2-xzy: Порядок вращения - ось X, ось Z, ось Y.

3-yxz: Порядок вращения - ось Y, ось X, ось Z.

4-yzx: Порядок вращения - ось Y, ось Z, ось X.

5-zxy: Порядок вращения - ось Z, ось X, ось Y.

6-zyx: Порядок вращения - ось Z, ось Y, ось X.

4) Диаграмма направленности антенны

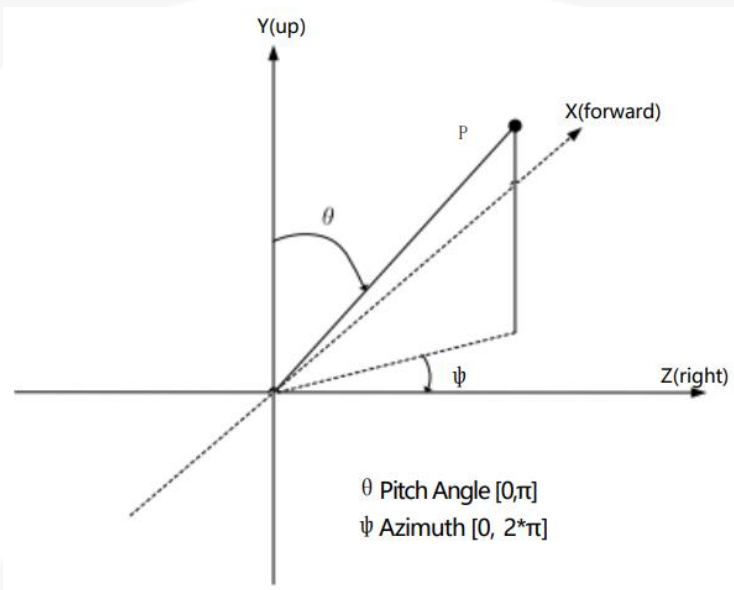


Рисунок 4-36 – Диаграммы направленности антенны

Как показано на рисунке выше, система координат антенны имеет направления XYZ. Угол θ на рисунке — это угол места, который изменяется в диапазоне $[0, \pi]$ (положительное направление оси Y соответствует 0°). Угол φ — это азимут, изменяющийся в диапазоне $[0, 2\pi]$, положительное направление оси X соответствует 0° .

Файл диаграммы направленности состоит из 181 строки и 361 столбца и определяется следующим образом:

	Column 0	Column 1		Column 360
Line 0	$\theta = 0^\circ \varphi = 0^\circ$	$\varphi = 1^\circ$		$\varphi = 360^\circ$
Line 1	$\theta = 1^\circ$			
				
Line 180	$\theta = 180^\circ$			

Определение местоположения антенны: Местоположение антенны задаётся в связанной системе координат объекта как смещение центра масс (или фазового

4.3 Параметры объекта

центра) антенны относительно начала связанной системы координат объекта. Выражается координатами (X, Y, Z) в метрах.

Определение ориентации антенны: Ориентация антенны задаётся как соотношение поворота между собственной системой координат антенны и связанной системой координат объекта (поворот от связанной системы объекта к системе координат антенны). Выражается в углах Эйлера: в определённом порядке связанная система координат объекта поворачивается вокруг осей X, Y, Z на соответствующие углы для получения собственной системы координат антенны.

В разделе «Местоположение на объекте при установке (метры)» можно задать значения координат по трём направлениям X, Y, Z в прямоугольной системе координат.

В разделе «Ориентация на объекте при установке (градусы)» можно задать значения углов по трём направлениям X, Y, Z в прямоугольной системе координат (диапазон значений $0...360^\circ$).

После завершения настройки параметров нажмите кнопку «Редактировать» в нижней части окна, и программное обеспечение автоматически сгенерирует диаграмму направленности антенны. Если требуется внести пользовательские изменения, просто выберите позицию, которую нужно изменить, в окне диаграммы и установите требуемое значение ослабления (в дБ, диапазон значений от -100 до 100, положительные числа означают усиление).

4.3.4 Имитация инерциальной навигации

Имитация инерциальной навигации включает в себя соответствующие настройки параметров «Гироскоп и акселерометр», как показано на Рисунке 4-37.

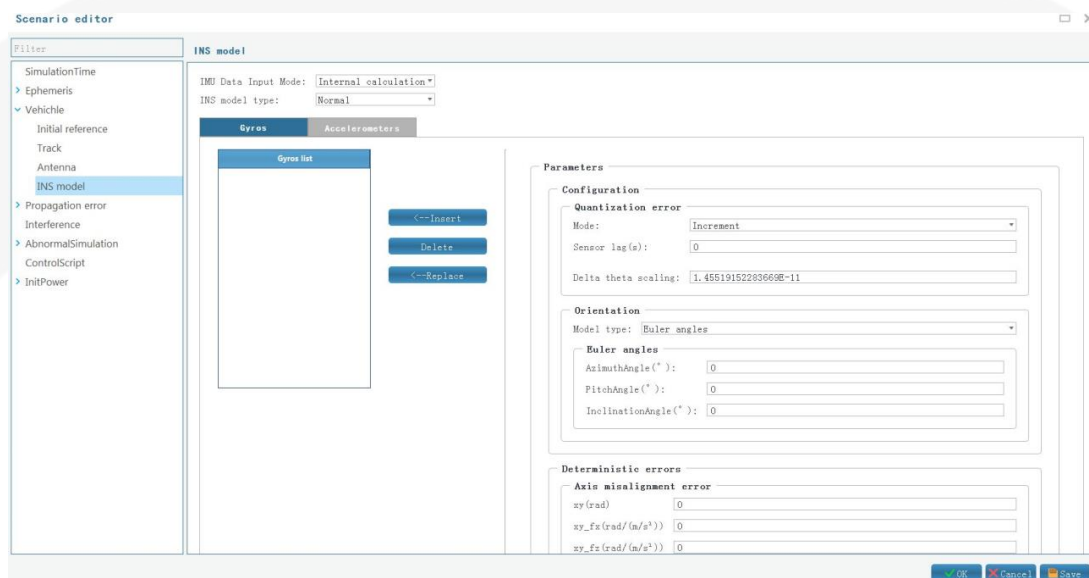


Рисунок 4-37 – Настройка параметров инерциальной навигации

Существует три режима ввода данных для инерциальной навигации: «Импорт из файла», «Внешнее подключение» и «Имитационный расчёт».

Таблица 4-6. Описание формата INS для протокола 0

Byte No.	Content	Range	Unit	Equivalent	Remarks
1	0x55				Frame header
2	0xAA				Frame header
3	0x4C				76 bytes
4-7	UTC time	[0 , 4294967295]	ms	1	float
8-11	Xb Angular rate	[-429.5 , 429.5]	°/s	2×10^{-7}	Int(Rate Mode)
12-15	Yb Angular rate	[-429.5 , 429.5]	°/s	2×10^{-7}	Int(Rate Mode)

4.3 Параметры объекта

16-19	Zb Angular rate	[-429.5 , 429.5]	°/s	2×10^{-7}	Int(Rate Mode)
20-23	Xb Acceleration	[-2000 , 2000]	m/s ²	1×10^{-6}	Int(Rate Mode)
24-27	Yb Acceleration	[-2000 , 2000]	m/s ²	1×10^{-6}	Int(Rate Mode)
28-31	Zb Acceleration	[-2000 , 2000]	m/s ²	1×10^{-6}	Int(Rate Mode)
32-33	Roll	[-180 , 180]	°	0.006	short
34-35	Course	[-180 , 180]	°	0.006	short
36-37	Pitch	[-90 , 90]	°	0.006	short
38-41	Reserved 1				Int
42-45	Reserved 2				Int
46-49	Reserved3				Int
50-53	Reserved 4				Int
54-57	Reserved 5				Int
58-61	Reserved 6				Int
62-65	Reserved 7				Int
66-69	Reserved 8				Int
70-73	Reserved 9				Int
74-75	Checksum			3 ~ 73 The low eight bits of the cumulative sum	short
76	0x1D				Frame end

Примечание: В инерциальной навигации используется система координат север-восток по небесному светилу. Связанная система координат объекта $X_bY_bZ_b$ использует систему координат «Перед-Верх-Право». Направления крена, курса и тангажа определяются в соответствии с правилом правой руки. Диапазоны трёх углов ориентации указаны в таблице. Данные размером 2 или 4 байта передаются, начиная со старшего байта.

4.3.4.1 Модель погрешностей гироскопа

1. Базовая конфигурация

Гироскоп: Выберите гироскоп для настройки. Всего доступно 6 гироскопов. При добавлении гироскопа в список устанавливаемые параметры применяются к каждому гироскопу.

Значение каждого гироскопа следующее:

1. Первый гироскоп по оси X связанной системы координат объекта.
2. Первый гироскоп по оси Y связанной системы координат объекта.
3. Первый гироскоп по оси Z связанной системы координат объекта.
4. Второй гироскоп по оси X связанной системы координат объекта.
5. Второй гироскоп по оси Y связанной системы координат объекта.
6. Второй гироскоп по оси Z связанной системы координат объекта.

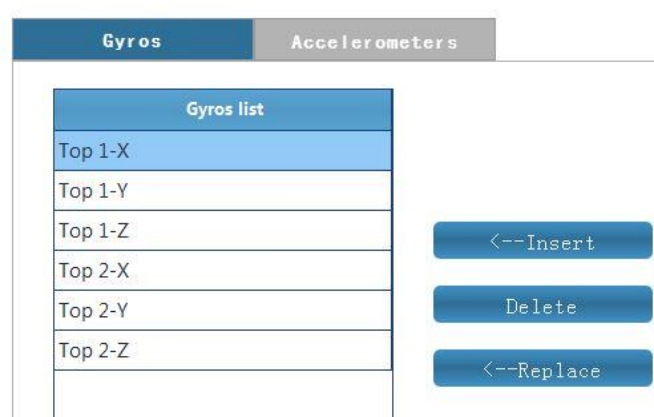


Рисунок 4-38 – Добавление 6 гироскопов в список

4.3 Параметры объекта

а) Ошибка квантования



Рисунок 4-39 – Ошибка квантования

Режим приращений (Increment): Выходной сигнал имитируемого гироскопа представляет собой суммарное изменение угла за шаг вычислений. При этом действует установленный масштабный коэффициент Delta theta. Delta theta — это значение кванта угла, соответствующее младшему значащему биту выходного значения. Диапазон: ± 0.1 рад.

Режим скорости изменения (Rate): Выходной сигнал имитируемого гироскопа представляет собой скорость изменения угла. При этом действует установленный масштабный коэффициент Angular rate. Angular rate — это значение кванта скорости изменения угла, соответствующее младшему значащему биту выходного значения. Диапазон: ± 0.1 рад/с.

Выходные данные ускорения будут выдаваться кратно значению кванта. Остаток, меньший значения кванта, будет накапливаться с шагом вычислений и может быть выдан после накопления до величины, кратной значению кванта.

Задержка датчика: Время задержки выходного сигнала гироскопа, диапазон от 0 до 1000 мс.

Формула задержанных данных: $x(t) = (1 - k) * x(t - \Delta t) + k * u(t)$

где, $\begin{cases} k = 1 - e^{-\Delta t / \tau} (\tau \neq 0) \\ k = 1 (\tau = 0) \end{cases}$, $u(t)$ - входной сигнал датчика в режиме реального времени, а Δt — интервал вычислений.

b) Направление установки

The screenshot shows a configuration window titled 'Orientation'. It contains a 'Model type' dropdown menu currently set to 'Quaternion'. Below this, there is a section for 'Quaternion' with four input fields labeled q0, q1, q2, and q3. The values entered are q0: 1, q1: 0, q2: 0, and q3: 0. A small dropdown menu is open next to the 'Quaternion' label, showing 'Quaternion' as the selected option and 'Euler angles' as an alternative.

Рисунок 4-40 – Направление установки

Настройка кватерниона (Quaternion): Угловая погрешность установки гироскопа относительно связанной системы координат объекта выражается в форме кватерниона. В этом случае действуют установленные значения (q_0 , q_1 , q_2 , q_3). Диапазон четырёх значений: ± 0.1 .

Настройка углов Эйлера (Euler angles): Угловая погрешность установки гироскопа относительно связанной системы координат объекта выражается в форме углов Эйлера. В этом случае действуют установленные азимут, угол тангажа и угол наклона. Диапазон азимута: $\pm 180^\circ$, диапазон тангажа: $\pm 90^\circ$, диапазон наклона: $\pm 180^\circ$.

Системой координат, загружаемой по умолчанию в данной программе, является «Перед-Низ-Право». Если требуется выводить данные гироскопа в системе «Перед-Низ-Право» через первые три гироскопа, необходимо установить: 1-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 2-й гироскоп: азимут = 90° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 3-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = -90° , наклон = 0° .

Если требуется выводить данные гироскопа в системе «Верх-Право-Перед» через первые три гироскопа, необходимо установить: 1-й гироскоп: азимут = 90° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 2-й гироскоп: азимут =

4.3 Параметры объекта

0°, тангаж = 0°, наклон = 0°; 3-й гироскоп: азимут = 0°, тангаж = 90°, наклон = 0°.

2. Детерминированная ошибка

Deterministic errors

Axis misalignment error

xy 0

xy_fx 0

xy_fz 0

xz 0

xz_fx 0

xz_fy 0

Рисунок 4-41 – Детерминированная ошибка

- Ошибка при установке из-за несовпадения углов:

Модель ошибки при определении угла рассогласования:

$$\varepsilon = \Delta \vartheta_{xz} \cdot I_y - \Delta \vartheta_{xy} \cdot I_z$$

$$\Delta \vartheta_{xz} = xz + xz_fx \cdot f_x + xz_fy \cdot f_y$$

$$\Delta \vartheta_{xy} = xy + xy_fx \cdot f_x + xy_fz \cdot f_z$$

Среди них, I_y и I_z – стандартные входные воздействия на датчик по осям Y и Z, f_x , f_y , f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

xy: Угол несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y, диапазон ± 0.02 рад.

xz: Угол несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z, диапазон ± 0.02 рад.

xy_fx: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y в зависимости от удельной силы по оси X, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xz_f_x: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z в зависимости от удельной силы по оси X, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xy_f_z: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y в зависимости от удельной силы по оси Z, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xz_f_y: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z в зависимости от удельной силы по оси Y, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

- Пропорциональная погрешность :

Scale factor errors

sx	0
sa	0
sfx	0
sfy	0
sfz	0
sfx2	0
sfy2	0
sfz2	0

Рисунок 4-42 – Пропорциональная погрешность

Модель пропорциональной погрешности:

$$\varepsilon = S \cdot I + S_a \cdot |I|$$

$$S = S_x + S_{fx} \cdot f_x + S_{fy} \cdot f_y + S_{fz} \cdot f_z + S_{fx2} f_x^2 + S_{fy2} f_y^2 + S_{fz2} f_z^2$$

Среди них, I – стандартное входное воздействие, f_x, f_y, f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

4.3 Параметры объекта

S_x : Пропорциональная погрешность, диапазон $\pm 0,1$.

S_a : Асимметричная пропорциональная погрешность, диапазон $\pm 0,1$.

S_{fx} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении X, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fy} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении Y, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fz} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении Z, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fx2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении X, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

S_{fy2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении Y, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

S_{fz2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении Z, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

- Ошибка смещения:

Bias errors	
b_x	0
b_{fx}	0
b_{fy}	0
b_{fz}	0
b_{fx2}	0
b_{fy2}	0
b_{fz2}	0
b_{fxy}	0
b_{fxz}	0
b_{fyz}	0

Рисунок 4-43 – Ошибка смещения

Модель ошибки смещения:

$$\varepsilon = B_0 + B_{fx} \cdot f_x + B_{fy} \cdot f_y + B_{fz} \cdot f_z + B_{fx2} \cdot f_x^2 + B_{fy2} \cdot f_y^2 + B_{fz2} \cdot f_z^2 + B_{fxy} \cdot f_x \cdot f_y + B_{fxz} \cdot f_x \cdot f_z + B_{fyz} \cdot f_y \cdot f_z$$

Среди них, f_x, f_y, f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

B_x : Нулевое отклонение, диапазон $\pm 0,2$ рад/с.

B_{fx} : Линейное смещение по направлению X, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fy} : Линейное смещение по направлению Y, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fz} : Линейное смещение по направлению Z, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fx2} : Квадратичное смещение по направлению X, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fy2} : Квадратичное смещение по направлению Y, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fz2} : Квадратичное смещение по направлению Z, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fxy} : Кросс-связное смещение по направлениям XY, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fxz} : Кросс-связное смещение по направлениям XZ, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fyz} : Кросс-связное смещение по направлениям YZ, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

4.3 Параметры объекта

3. Случайная шумовая ошибка

Random noise

Model type: Random walk

Random walk

Gauss-Markov 1st order

Random constant

Angular rate error: 0

Random seed: 0

Random seed 1: 0

Random seed 2: 0

Рисунок 4-44 – Случайная шумовая ошибка

Randomwalk (случайное блуждание угла): Случайное блуждание угла гироскопа, диапазон от 0 до $0.1 \text{ рад/с}^{1/2}$.

RandomwalkRate (случайное блуждание угловой скорости): Случайное блуждание угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до $0.1 \text{ рад/с/с}^{1/2}$.

Случайное начальное значение (seed): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угла гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Случайное начальное значение 1 (seed1): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Случайное начальное значение 2 (seed2): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Гауссовский процесс первого порядка:

timeConstant: Постоянная времени, диапазон от 0 до 9999.

powerSpectrumDensity: Спектральная плотность мощности, диапазон от 0 до $0.1 \text{ (рад/с)/с}^{1/2}$.

seed: Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для Гаусса-Марковского процесса первого порядка гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

4.3.4.2 Модель погрешностей акселерометра

Поддерживается настройка параметров для 6 акселерометров, что позволяет имитировать до двух акселерометров по каждому направлению связанной системы координат объекта.

1. Базовая конфигурация

Акселерометр: Выберите акселерометр для настройки. Всего доступно 6 акселерометров. При добавлении акселерометра в список устанавливаемые параметры применяются к каждому акселерометру. Значение каждого акселерометра следующее:

1. Первый акселерометр по оси X связанной системы координат объекта.
2. Первый акселерометр по оси Y связанной системы координат объекта.
3. Первый акселерометр по оси Z связанной системы координат объекта.
4. Второй акселерометр по оси X связанной системы координат объекта.
5. Второй акселерометр по оси Y связанной системы координат объекта.
6. Второй акселерометр по оси Z связанной системы координат объекта.

4.3 Параметры объекта

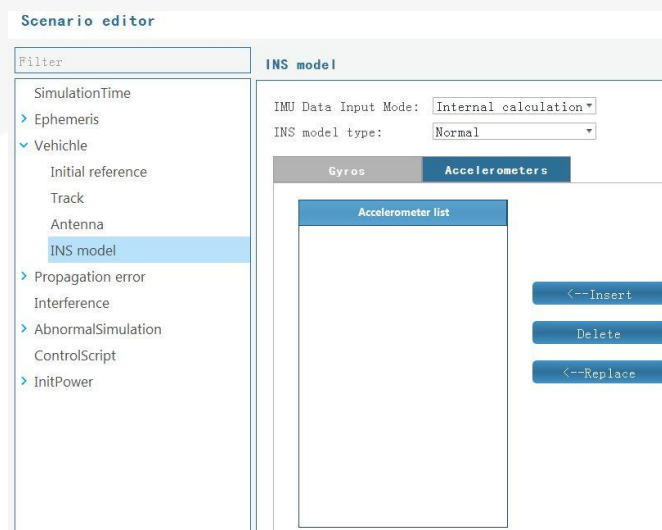


Рисунок 4-45 – Добавление 6 акселерометров в список

- Ошибка квантования

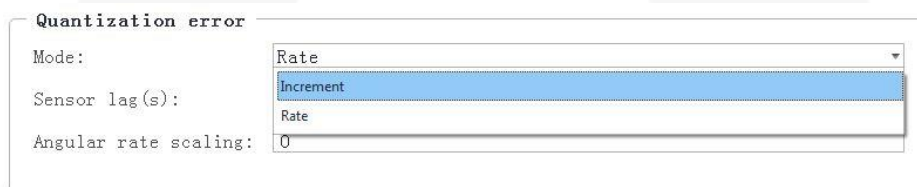


Рисунок 4-46 – Ошибка квантования

Режим приращений: Выходной сигнал имитируемого акселерометра представляет собой суммарное изменение скорости за шаг вычислений. При этом действует установленный масштабный коэффициент *Delta velocity*. *Delta velocity* — это значение кванта скорости, соответствующее младшему значащему биту выходного значения. Диапазон: ± 0.1 м/с.

Режим скорости изменения: Выходной сигнал имитируемого акселерометра представляет собой ускорение. При этом действует установленный масштабный коэффициент *Acceleration scaling*. *Acceleration scaling* — это значение кванта ускорения, соответствующее младшему значащему биту выходного значения. Диапазон: ± 0.1 м/с².

Выходные данные ускорения будут выдаваться кратно значению кванта. Остаток, меньший значения кванта, будет накапливаться с шагом вычислений и может быть выдан после накопления до величины, кратной значению кванта.

Задержка датчика: Время задержки выходного сигнала гироскопа, диапазон от 0 до 1000 мс.

Формула задержанных данных: $x(t) = (1 - k) * x(t - \Delta t) + k * u(t)$

где, $\begin{cases} k = 1 - e^{-\Delta t / \tau} (\tau \neq 0) \\ k = 1 (\tau = 0) \end{cases}$, $u(t)$ - входной сигнал датчика в режиме реального времени, а Δt – интервал вычислений.

- Направление установки

Рисунок 4-47 – Направление установки

Настройка кватерниона (Quaternion): Угловая погрешность установки акселерометра относительно связанной системы координат объекта выражается в форме кватерниона. В этом случае действуют установленные значения (q_0 , q_1 , q_2 , q_3). Диапазон четырёх значений: ± 0.1 .

Настройка углов Эйлера (Euler angles): Угловая погрешность установки акселерометра относительно связанной системы координат объекта выражается в форме углов Эйлера. В этом случае действуют установленные азимут, угол тангажа и угол наклона. Диапазон азимута: $\pm 180^\circ$, диапазон тангажа: $\pm 90^\circ$, диапазон наклона: $\pm 180^\circ$.

4.3 Параметры объекта

Системой координат, загружаемой по умолчанию в данной программе, является «Перед-Низ-Право». Если требуется выводить данные гироскопа в системе «Перед-Низ-Право» через первые три акселерометра, необходимо установить: 1-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 2-й гироскоп: азимут = 90° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 3-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = -90° , наклон = 0° .

Если требуется выводить данные гироскопа в системе «Верх-Право-Перед» через первые три акселерометра, необходимо установить: 1-й гироскоп: азимут = 90° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 2-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = 0° , наклон = 0° ; 3-й гироскоп: азимут = 0° , тангаж = 90° , наклон = 0° .

2. Детерминированная ошибка

- Ошибка при установке из-за несовпадения углов:

Модель ошибки при определении угла рассогласования:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \Delta \vartheta_{xz} \cdot I_y - \Delta \vartheta_{xy} \cdot I_z \\ \Delta \vartheta_{xz} &= xz + xz_{fx} \cdot f_x + xz_{fy} \cdot f_y \\ \Delta \vartheta_{xy} &= xy + xy_{fx} \cdot f_x + xy_{fz} \cdot f_z\end{aligned}$$

Среди них, I_y и I_z – стандартные входные воздействия на датчик по осям Y и Z, f_x , f_y , f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

xu : Угол несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y, диапазон ± 0.02 рад.

xz : Угол несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z, диапазон ± 0.02 рад.

xu_{f_x} : Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y в зависимости от удельной силы по оси X, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xz_f_x: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z в зависимости от удельной силы по оси X, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xy_f_z: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Y в зависимости от удельной силы по оси Z, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

xz_f_y: Изменение угла несоосности установки чувствительной оси (X) гироскопа вокруг его оси Z в зависимости от удельной силы по оси Y, диапазон ± 0.0001 рад/(м/с²).

- Пропорциональная погрешность

Scale factor errors	
sx	0
sa	0
sfx (1/(м/с ²))	0
sfy (1/(м/с ²))	0
sfz (1/(м/с ²))	0
sfx2 (1/(м/с ²) ²)	0
sfy2 (1/(м/с ²) ²)	0
sfz2 (1/(м/с ²) ²)	0

Рисунок 4-48 – Пропорциональная погрешность

Модель пропорциональной погрешности:

$$\varepsilon = S \cdot I + S_a \cdot |I|$$

$$S = S_x + S_{fx} \cdot f_x + S_{fy} \cdot f_y + S_{fz} \cdot f_z + S_{fx2} f_x^2 + S_{fy2} f_y^2 + S_{fz2} f_z^2$$

Среди них, I – стандартное входное воздействие, f_x, f_y, f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

4.3 Параметры объекта

S_x : Пропорциональная погрешность, диапазон $\pm 0,1$.

S_a : Асимметричная пропорциональная погрешность, диапазон $\pm 0,1$.

S_{fx} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении X, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fy} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении Y, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fz} : Пропорциональная погрешность, вызванная удельной силой в направлении Z, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-1}$.

S_{fx2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении X, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

S_{fy2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении Y, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

S_{fz2} : Пропорциональная погрешность, вызванная квадратом удельной силы в направлении Z, диапазон $\pm 0,1 \text{ (м/с}^2\text{)}^{-2}$.

- Ошибка смещения

Bias errors	
b_x	0
b_{fx}	0
b_{fy}	0
b_{fz}	0
b_{fx2}	0
b_{fy2}	0
b_{fz2}	0
b_{fxy}	0
b_{fxz}	0
b_{fyz}	0

Рисунок 4-49 – Ошибка смещения

Модель ошибки смещения:

$$\varepsilon = B_0 + B_{fx} \cdot f_x + B_{fy} \cdot f_y + B_{fz} \cdot f_z + B_{fx2} \cdot f_x^2 + B_{fy2} \cdot f_y^2 + B_{fz2} \cdot f_z^2 + B_{fxy} \cdot f_x \cdot f_y + B_{fxz} \cdot f_x \cdot f_z + B_{fyz} \cdot f_y \cdot f_z$$

Среди них, f_x , f_y , f_z – выходные значения удельной силы по осям X, Y, Z сенсорной системы соответственно.

B_x : Нулевое отклонение, диапазон $\pm 0,2$ рад/с.

B_{fx} : Линейное смещение по направлению X, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fy} : Линейное смещение по направлению Y, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fz} : Линейное смещение по направлению Z, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²).

B_{fx2} : Квадратичное смещение по направлению X, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fy2} : Квадратичное смещение по направлению Y, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fz2} : Квадратичное смещение по направлению Z, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fxy} : Кросс-связное смещение по направлениям XY, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fxz} : Кросс-связное смещение по направлениям XZ, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

B_{fyz} : Кросс-связное смещение по направлениям YZ, диапазон ± 0.2 (рад/с)/(м/с²)².

Примечание: После установки случайной постоянной погрешности для конкретного акселерометра необходимо нажать кнопку «Установить» в нижней части интерфейса для сохранения.

3. Случайная шумовая ошибка

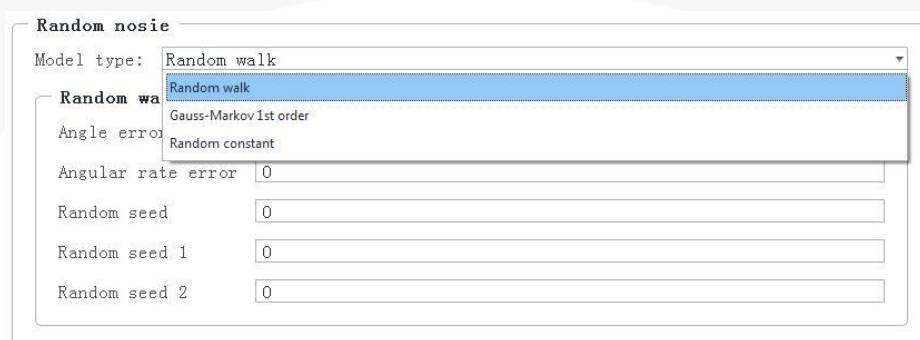


Рисунок 4-50 – Случайная шумовая ошибка

Randomwalk (случайное блуждание угла): Случайное блуждание угла гироскопа, диапазон от 0 до 0.1 рад/с^{1/2}.

RandomwalkRate (случайное блуждание угловой скорости): Случайное блуждание угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до 0.1 рад/с/с^{1/2}.

Случайное начальное значение (seed): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угла гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Случайное начальное значение 1 (seed1): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Случайное начальное значение 2 (seed2): Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для случайного блуждания угловой скорости гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

Гауссовский процесс первого порядка:

timeConstant: Постоянная времени, диапазон от 0 до 9999.

powerSpectrumDensity: Спектральная плотность мощности, диапазон от 0 до 0.1 (рад/с)/с^{1/2}.

seed: Начальное значение генератора псевдослучайных чисел для Гаусса-Марковского процесса первого порядка гироскопа, диапазон от 0 до 9999.

4.4 Ошибки распространения

4.4.1 Ионосфера

Настройки ионосферной задержки включают два параметра: «Ионосферная модель» и «Ионосферная решетка».

1. Ионосферная модель

Ионосферная модель включает три набора параметров по умолчанию: для систем BDS, GPS и Galileo.

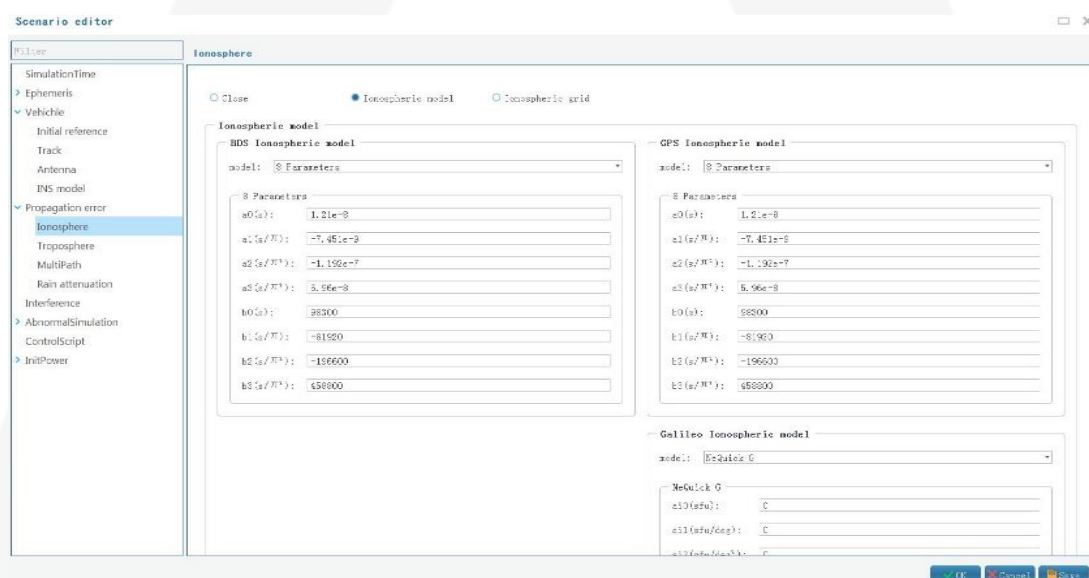


Рисунок 4-51 – Интерфейс параметров ионосферной модели

2. Ионосферная решетка

Импортируется путем загрузки соответствующих параметров решетки.

4. Редактирование сценария имитации

4.4 Ошибки распространения

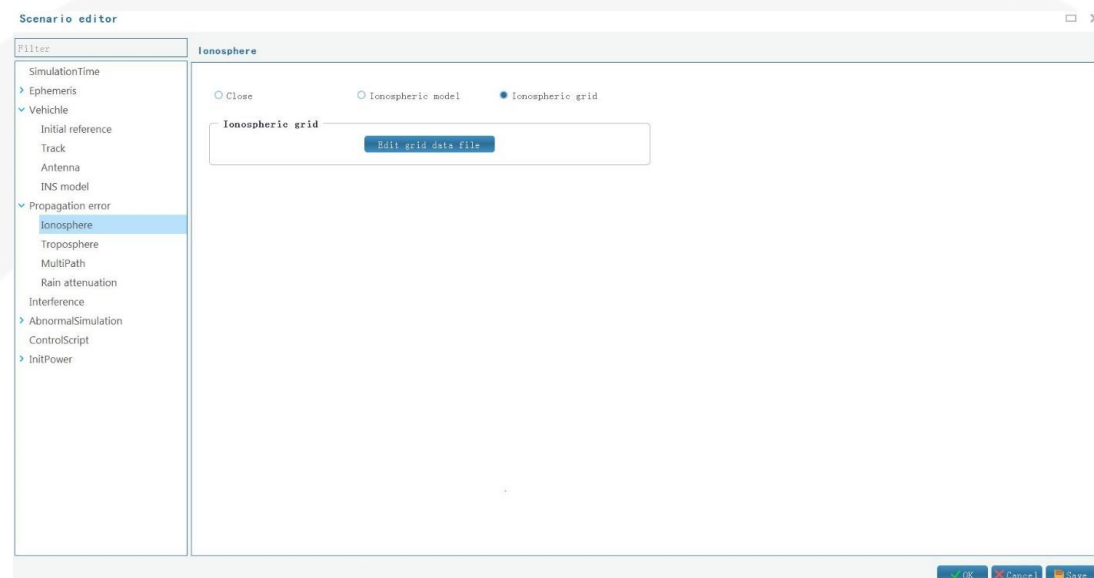


Рисунок 4-52 – Интерфейс импорта параметров ионосферной решетки

4.4.2 Тропосфера

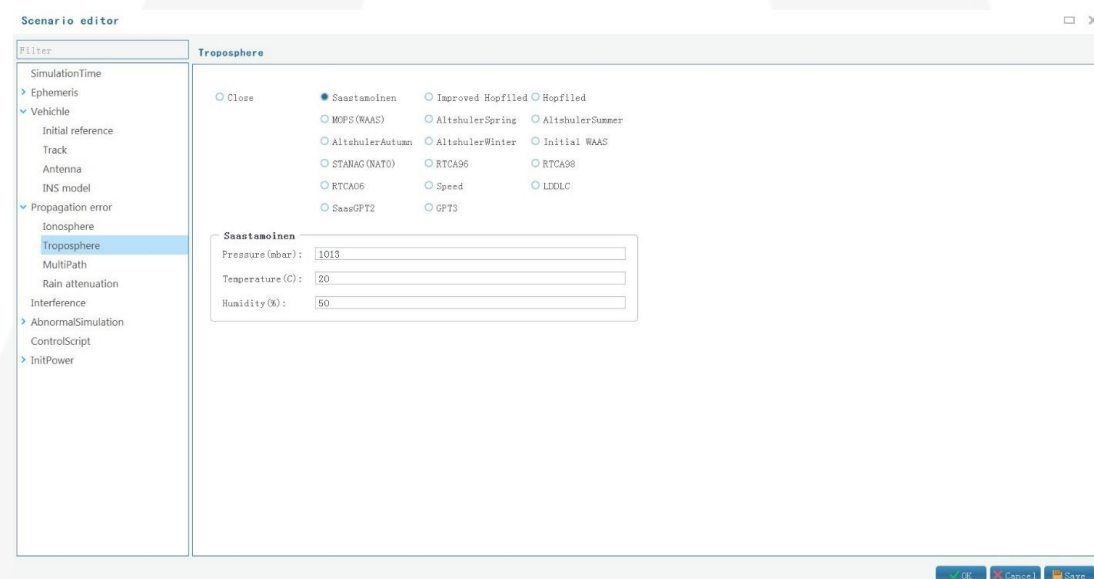


Рисунок 4-53 – Интерфейс параметров тропосферной модели

Тропосфера включает такие модели, как Saastamoinen, MOPS и Hopfield и многие другие.

Им соответствуют интерфейсы настройки параметров «давление», «температура» и «влажность» соответственно.

4.5 Имитация помех

При проведении испытаний навигационной аппаратуры на помехозащищённость необходимо добавлять к навигационным сигналам соответствующие помеховые сигналы, такие как «имитационные помехи (дезинформирующие)», «ретранслированные помехи», «подавляющие помехи» и другие.

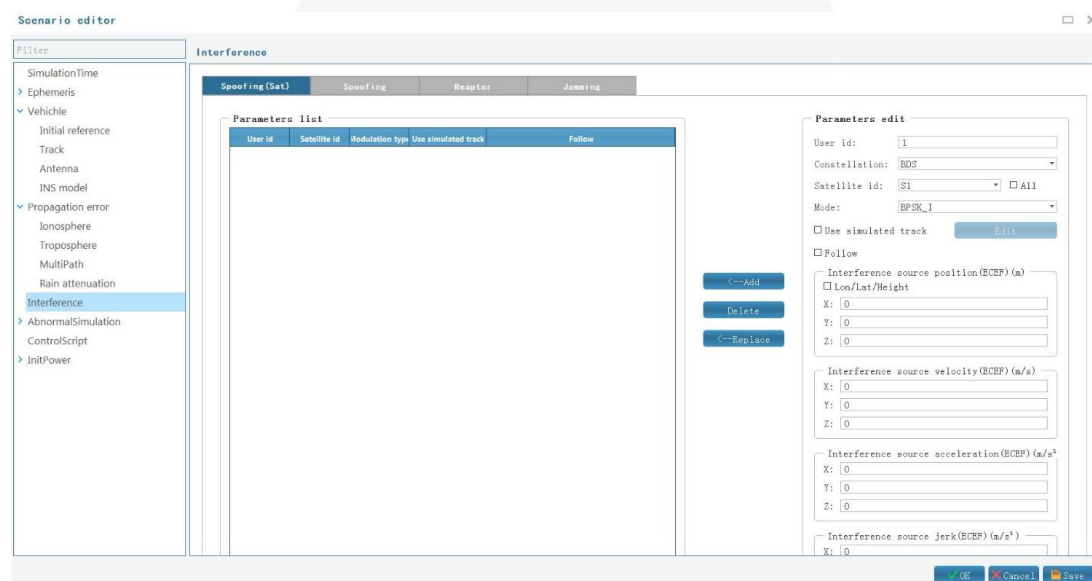


Рисунок 4-54 – Окно редактирования параметров имитации помех

Примечание: Пользователь может устанавливать соответствующие параметры помех в соответствии с требованиями имитации. Для имитации помех требуется наличие соответствующих частотных каналов и аппаратных компонентов формирования помех.

4.5.1 Имитационные помехи (дезинформирующие)

Имитационные помехи в основном означают трансляцию одного или нескольких мешающих сигналов с тем же кодом, что и имитируемый навигационный сигнал, в месте расположения источника помех.

4. Редактирование сценария имитации

4.5 Имитация помех

Для имитационных помех можно задать такие параметры, как «Созвездие», «Спутник», «Режим» и «Мощность передатчика», как показано на Рисунке 4-55.

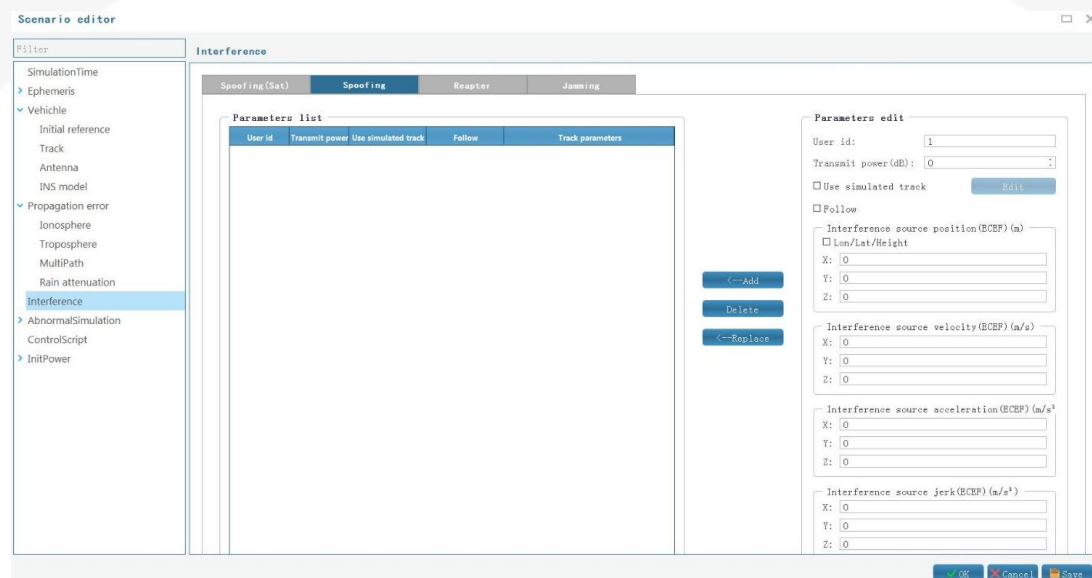


Рисунок 4-55 – Интерфейс параметров имитации помех

- Созвездие: Установка параметров группировки для имитационных помех. Выбор осуществляется в соответствии с имеющимися частотами помех.
- Спутник: Установка имитируемого номера спутника. Пользователь может задать одиночный или несколько номеров спутников для создания помех.
- Режим: Установка метода модуляции имитационного сигнала.
- Мощность передатчика (дБВт): Установка выходной мощности имитационного сигнала.
- Местоположение источника помех: Установка координат источника имитационных помех (в декартовой системе координат, может быть преобразовано через интерфейс траектории объекта).
- Скорость источника помех: Установка скорости перемещения источника помех.

Parameters list				
User id	Satellite id	Modulation type	Use simulated track	Follow
1	BDS_S1	BPSK_I	false	false

<--Add
Delete
<--Replace

Рисунок 4-56 – Список параметров имитационных помех

После завершения редактирования параметров они вступают в силу, если добавить его в список параметров, как показано на Рисунке 4-56.

4.5.2 Ретранслированные помехи

Ретранслированные помехи в основном заключаются в установке точки ретрансляции относительно потребителя и перенаправлении навигационного сигнала потребителю через эту точку. При настройке ретранслированных помех пользователь может задать такие параметры, как местоположение источника помех, скорость источника помех, возможность перемещения источника помех вместе с потребителем, мощность помех и т.д. Конкретные настройки приведены ниже.

Пользователь может установить «Дальность визирования относительно носителя», «Высоту относительно носителя», «Ориентацию относительно носителя» и «Координаты XYZ».

Примечание: Азимут отсчитывается от направления на истинный север; положительное направление — по часовой стрелке. Диапазон значений от -180° до 180°.

4.5.3 Подавляющие помехи

При настройке подавления сначала выберите тип помехи, а затем установите параметры подавляющей помехи.

[Когда тип помехи — одночастотная (Single Frequency)]: Можно установить требуемые «Центральную частоту», «Длительность импульса» и «Период импульса». Если параметры не нужны, устанавливаются в «0».

Параметры свипирования (качания частоты) могут быть заданы как «Скорость свипирования» и «Полоса свипирования». Режим свипирования можно выбрать из двух вариантов: «Пилообразный» и «Синусоидальный». «Пилообразный» режим означает, что сигнал свипирования качается от начальной точки до конечной точки, затем возвращается скачком в начальную точку и повторяет свипирование. «Синусоидальный» режим означает, что сигнал свипирования качается от начальной точки до конечной точки, а затем от конечной точки обратно в начальную точку, совершая возвратно-поступательное качание.

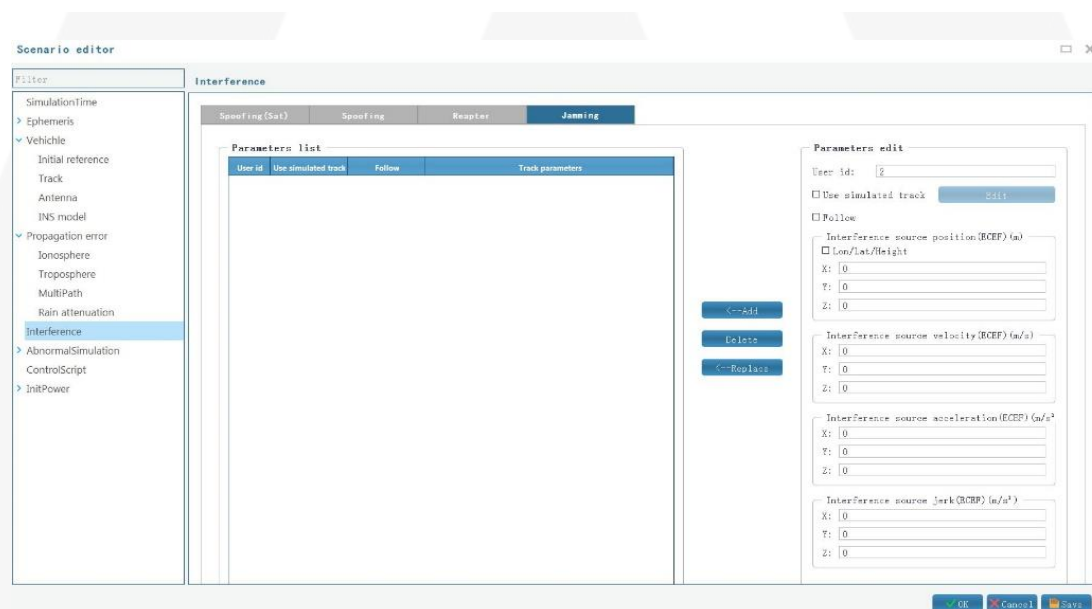


Рисунок 4-57 – Интерфейс для настройки параметров подавляющих помех

Размер установленной скорости свипирования может влиять на время пребывания сигнала помехи в заданной полосе свипирования. Скорость может быть положительной или отрицательной, с максимальной единицей измерения ГГц/с и минимальной Гц/с.

Полоса свипирования устанавливается симметрично относительно несущей частоты помехового сигнала, слева и справа, и отклонение задается как половина полосы, в диапазоне от 0 МГц до 120 МГц.

[Когда тип помехи — FM (Частотная модуляция)]: Параметры FM-сигнала разделены на три части: тип модуляции, девиация частоты модуляции и частота модуляции. Тип формы волны модулирующего сигнала подразделяется на четыре вида: «пилообразный», «синусоидальный», «прямоугольный» и «треугольный».

После установки центральной частоты и ослабления мощности введите значение девиации и частоты в интерфейсах «Частота модуляции» и «Девиация частоты модуляции». Частота модуляции означает, что помеховый сигнал, начиная с центральной частоты, отклоняется в обе стороны в соответствии с установленной частотой до тех пор, пока не закончится установленный диапазон девиации частоты. Устанавливаемый диапазон частот составляет от 0,01 Гц до 100 кГц, максимальная девиация частоты модуляции составляет 40 МГц, шаг — 0,1 Гц.

[Когда тип помехи — АМ (Амплитудная модуляция)]: Параметры АМ-сигнала включают тип модуляции, глубину модуляции и частоту модуляции. Тип модуляции подразделяется на четыре вида: пилообразный, синусоидальный, прямоугольный и треугольный. Можно установить вывод любой формы волны отдельно, но нельзя выбрать несколько форм волны для одновременного вывода.

Величина индекса модуляции отражает силу модулирующего сигнала. В интерфейсе «Индекс модуляции %» можно непосредственно ввести значение

4.5 Имитация помех

для регулировки силы сигнала. Диапазон значений составляет от 0% до 100%, шаг индекса модуляции — 0,1%.

Частота модуляции устанавливается через интерфейс «Девияция частоты модуляции». Диапазон частот составляет от 0,01 Гц до 100 кГц, с шагом 0,1 Гц. Установка частоты модуляции означает, что помеховый сигнал будет отклоняться в обе стороны от центральной частоты в соответствии с заданной частотой до тех пор, пока не закончится установленный диапазон девиации.

[Когда тип помехи — широкополосная (Broadband)]: Параметры широкополосного сигнала включают тип свипирования, скорость свипирования, ширину свипирования и полосу пропускания сигнала. Тип свипирования подразделяется на три вида: без свипирования, пилообразный и синусоидальный. Можно установить вывод любой формы волны отдельно, но нельзя выбрать несколько форм волны для одновременного вывода.

В интерфейсе «Скорость свипирования» непосредственно введите значение для установки скорости свипирования. Скорость свипирования регулируется от 1 кГц/с до 100 МГц/с, разрешение по частоте составляет 1 Гц, и диапазон свипирования охватывает всю полосу модуляции.

В интерфейсе «Ширина свипирования» установите полосу свипирования. Полоса пропускания регулируется от 1 МГц до 120 МГц с шагом 1 МГц.

Установите полосу пропускания широкополосного сигнала в интерфейсе «Полоса пропускания сигнала». После завершения настройки нажмите «ОК» для установки параметров широкополосного помехового сигнала.

Установите переключатель шумовой помехи в интерфейсе «Гауссов белый шум». После завершения настройки нажмите «ОК» для установки параметров шумового помехового сигнала.

4.6 Моделирование аномалий при имитации

При имитации нештатных ситуаций используется модель аномального сигнала второго порядка (2OS). Она в основном разделена на следующие типы неисправностей: «Скачок времени спутниковых часов», «Медленно меняющаяся аномалия параметров орбиты», «Скачок/медленное изменение псевдодальности/несущей», «Аномалия мощности», «Искажение сигнала», «Прерывание сигнала», «Ионосферный шторм» и «Ионосферная сцинтилляция». Конкретные настройки параметров показаны на Рисунке 4-58.

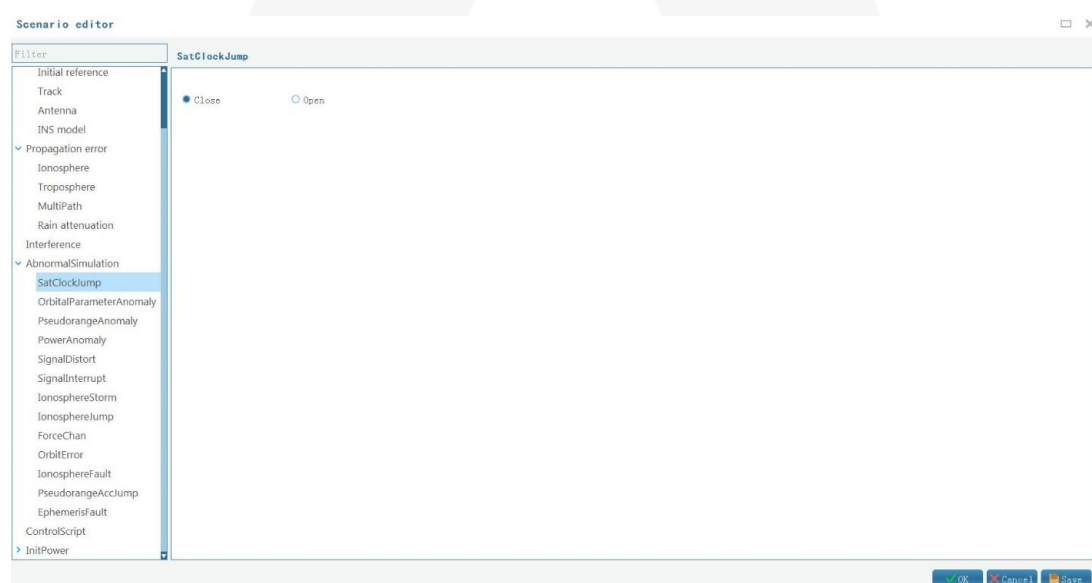


Рисунок 4-58 – Интерфейс для настройки параметров подавляющих помех

4. Редактирование сценария имитации

4.6 Моделирование аномалий при имитации

4.6.1 Скачок времени спутниковых часов

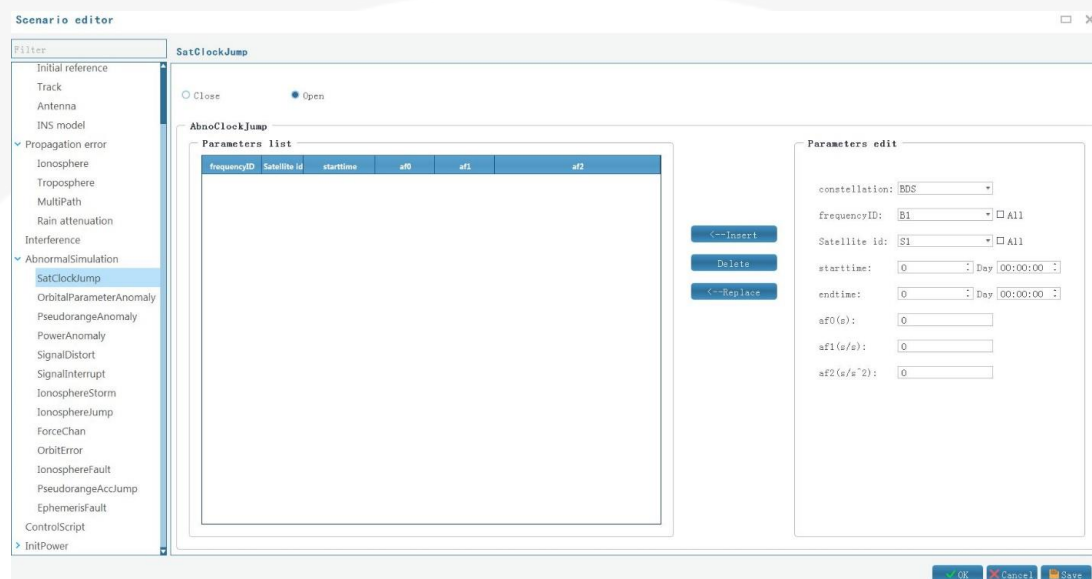


Рисунок 4-59 – Интерфейс настройки параметров скачка времени спутниковых часов

Нажмите «Скачок времени спутниковых часов», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-59. Включите имитацию аномалии скачка времени спутниковых часов. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.
2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно задать для различных систем или для всех частот, поддерживаемых имитатором. Номер спутника можно задать для любого спутника в текущей системе (1–36).
3. Установите значение коррекции часов. Можно задать три параметра: af0 (сек), af1 (сек/сек) и af2 (сек/сек²).
4. Сохраните сценарий.

4.6.2 Медленно меняющаяся аномалия (эфмерид)

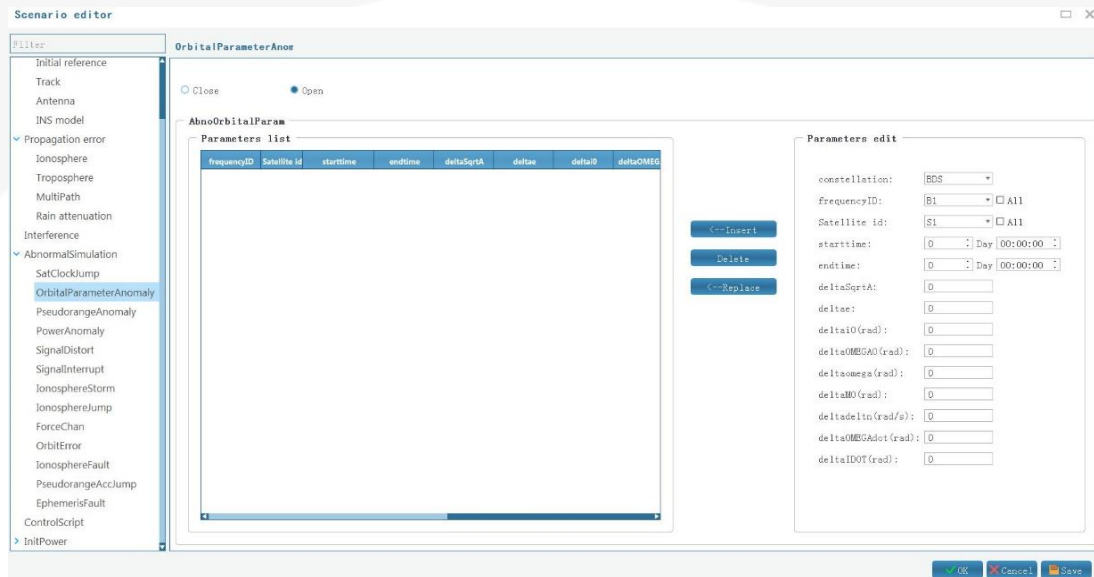


Рисунок 4-60 – Интерфейс настройки медленно меняющейся аномалии

Нажмите «Медленно меняющаяся аномалия», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-60. Откройте имитацию аномалии параметров орбиты спутника. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате 0д ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.
2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно использовать для установки частоты различных систем или всех частот, поддерживаемых имитатором; номер спутника можно использовать для установки любого спутника в текущей системе (1–36).
3. Установите шесть орбитальных параметров: Большая полуось орбиты (км): средний радиус орбиты, а не среднее арифметическое большой и малой полуосей; Эксцентриситет орбиты: определяется как отношение расстояния между двумя фокусами эллипса к длине большой полуоси; Наклонение орбиты (рад): относится к наклонению плоскости орбиты

4. Редактирование сценария имитации

4.6 Моделирование аномалий при имитации

планеты к плоскости эклиптики; угол, измеряемый против часовой стрелки от плоскости эклиптики до плоскости орбиты планеты в восходящем узле; Прямое восхождение восходящего узла (рад): эклиптическая долгота восходящего узла орбиты планеты; Аргумент перигея (рад): угол, измеряемый против часовой стрелки от восходящего узла вдоль орбиты планеты до перицентра (перигея); Средняя аномалия (рад): средняя аномалия планеты, соответствующая определённому моменту времени.

4.6.3 Скачок/медленное изменение псевдодальности

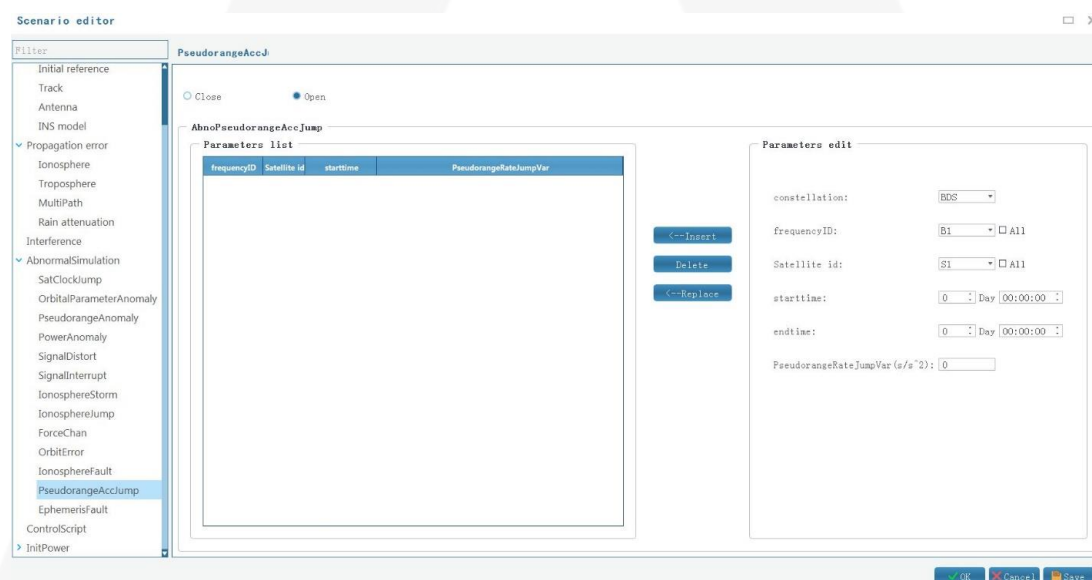


Рисунок 4-61 – Интерфейс настройки параметров скачка/медленного изменения псевдодальности

Откройте раздел «Скачок/медленное изменение псевдодальности», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-61. Порядок действий следующий:

1. Имитация аномалии скачка (Abnormal jump simulation): Означает, что при достижении имитатором установленного времени действия происходит внезапный скачок псевдодальности или несущей. Величина скачка зависит от размера установленного значения.

2. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.
3. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно использовать для установки частоты различных систем; номер спутника можно использовать для установки любого спутника в текущей системе (1–36).
4. Для опции «Синхронизация кода и несущей»: Если флажок «Синхронизация кода и несущей» установлен, то величина скачка псевдодальности соответствует величине скачка несущей, и требуется установить только величину скачка псевдодальности. Если флажок «Синхронизация кода и несущей» не установлен, то код и несущая развязаны, величина скачка псевдодальности не равна величине скачка несущей, и они устанавливаются отдельно.
5. Установите величину скачка псевдодальности (от -10 до +10 чипов).
6. Установите величину скачка несущей (недели).
7. Имитация аномалии медленного изменения (Slow change abnormal simulation): Означает, что с начала имитации происходит скачок псевдодальности или несущей, и до тех пор, пока время имитации не достигнет установленного времени действия, скорость медленного изменения псевдодальности и скорость медленного изменения несущей зависят от размера установленного значения.
8. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.
9. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно использовать для установки частоты различных систем; номер спутника

4.6 Моделирование аномалий при имитации

можно использовать для установки любого спутника в текущей системе (1–36).

10. Для опции «Синхронизация кода и несущей»: Если флажок «Синхронизация кода и несущей» установлен, то величина скачка псевдодальности соответствует величине скачка несущей, и требуется установить только величину скачка псевдодальности. Если флажок «Синхронизация кода и несущей» не установлен, то код и несущая развязаны, величина скачка псевдодальности не равна величине скачка несущей, и они устанавливаются отдельно.
11. Установите величину скачка псевдодальности (от -10 до +10 чипов).
12. Установите величину скачка несущей (недели).
13. Сохраните сценарий.

4.6.4 Аномалия мощности

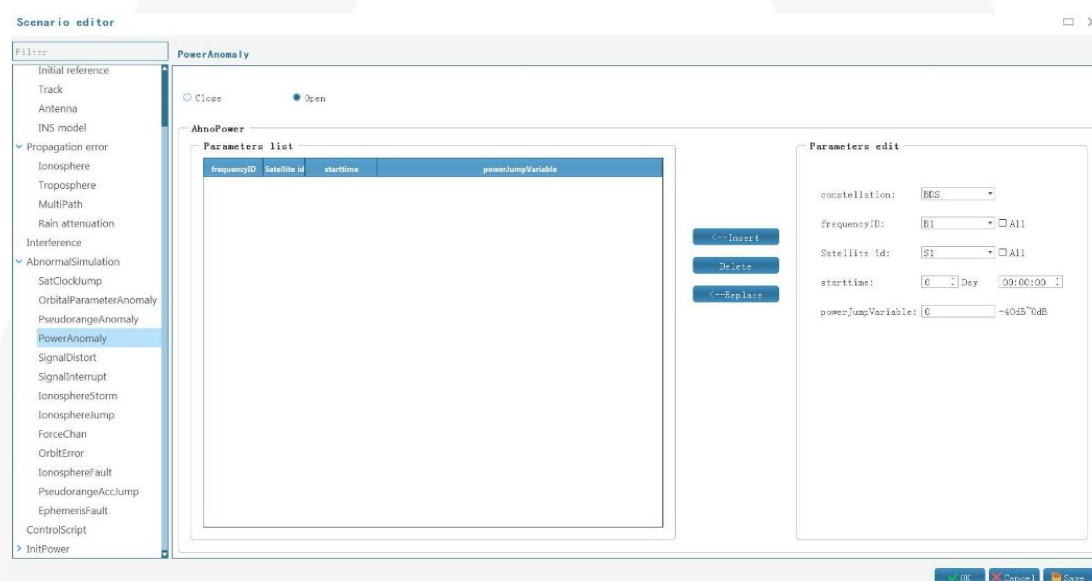


Рисунок 4-62 – Интерфейс настройки параметров аномалии мощности

Нажмите «Аномалия мощности», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-62. Откройте имитацию аномалии мощности. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.
2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно использовать для установки частоты различных систем
3. Номер спутника можно использовать для установки любого спутника в текущей системе (1–36).
4. Установите величину скачка мощности. Можно ввести значение вручную (диапазон мощности от 0 до 60 дБ, шаг 0,1 дБ) или установить с помощью ползунка ниже (диапазон мощности от 0 до 60 дБ, шаг 1 дБ).
5. Сохраните сценарий.

4.6.5 Искажение сигнала

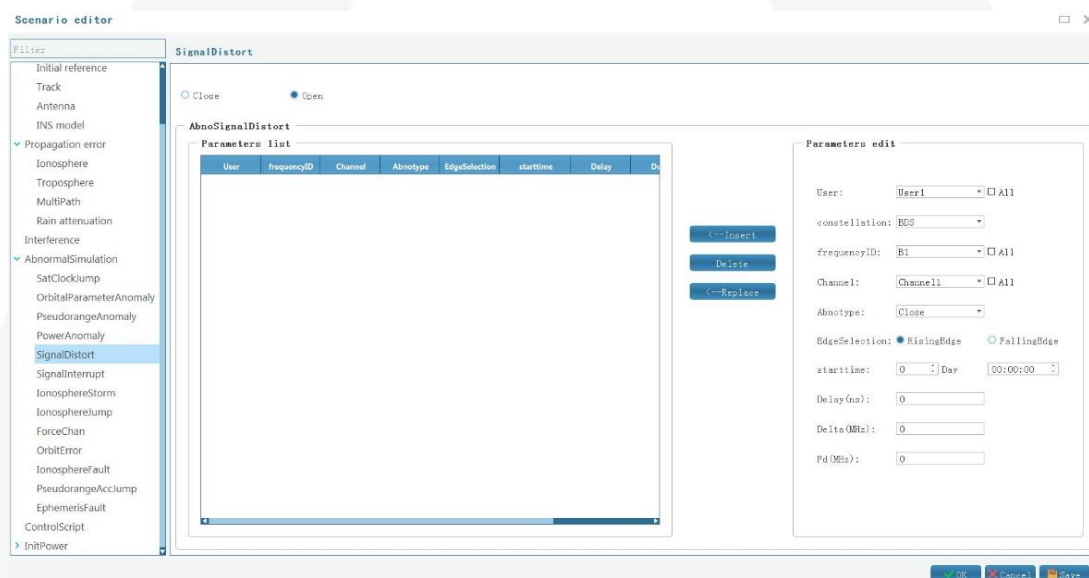


Рисунок 4-63 – Интерфейс настройки параметров искажения сигналов

Нажмите «Искажение сигнала», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-65. Откройте имитацию искажения сигнала. Порядок действий следующий:

1. Выберите частотную точку, на которой будет искажаться сигнал.

4.6 Моделирование аномалий при имитации

2. Выберите абонентов (пользователей) для воздействия через порты сигнала. Имитатор поддерживает до восьми абонентов.
3. Установите тип аномалии для каждого канала. По умолчанию аномалия отключена. Можно настроить до 12 каналов. Доступны варианты ТМА, ТМВ и ТМС. Для ТМА можно установить задержку в диапазоне от 0 до 80 нс. Для ТМВ можно установить значения delta и fd, диапазоны которых составляют соответственно 0.8–8.8 МГц и 4–17 МГц.
4. После установки параметров сохраните сценарий.

4.6.6 Прерывание сигнала

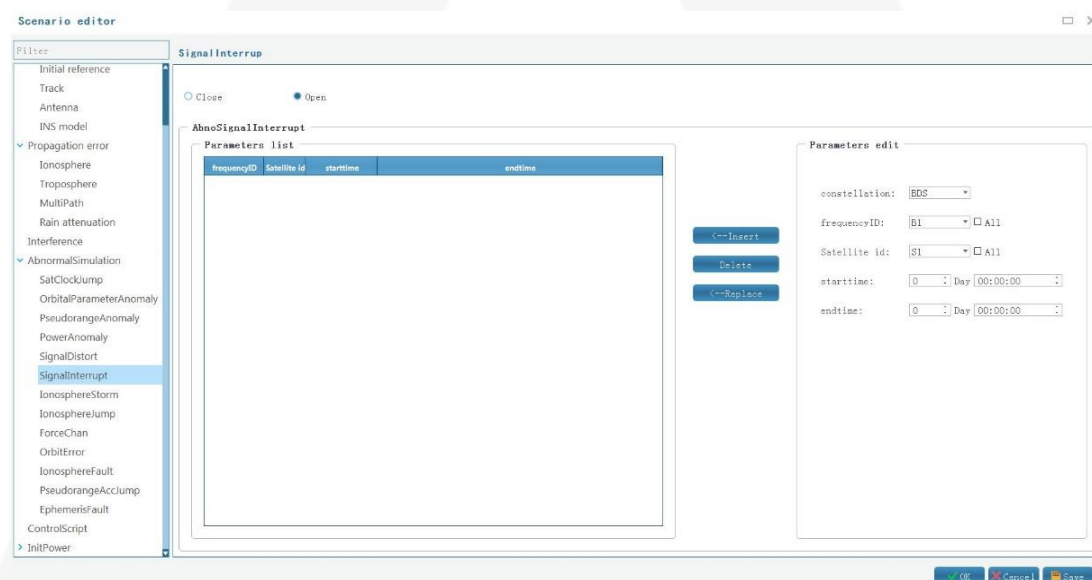


Рисунок 4-64 – Интерфейс настройки параметров прерывания сигналов

Нажмите «Прерывание сигнала», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-64. Выполните настройку имитации прерывания сигнала. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.

4.6 Моделирование аномалий при имитации

2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно задать для различных систем или для всех частот, поддерживаемых имитатором. Номер спутника можно задать для любого спутника в текущей системе (1–36).
3. Установите длительность прерывания сигнала, единица измерения: секунды.
4. Сохраните сценарий.

4.6.7 Ионосферный шторм

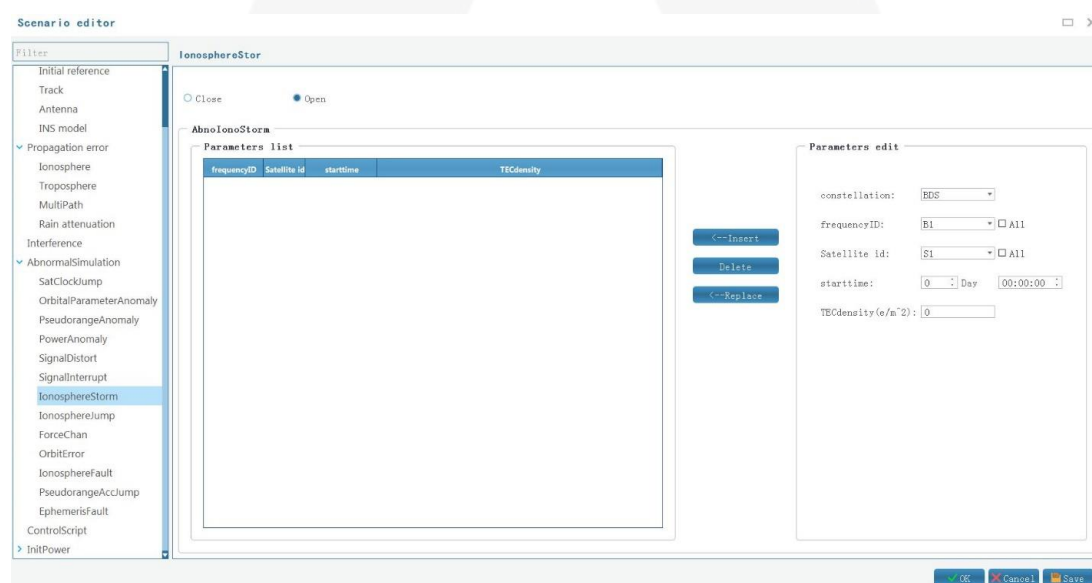


Рисунок 4-65 – Интерфейс настройки параметров ионосферного шторма

Нажмите «Ионосферный шторм», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-65. Выполните настройку параметров ионосферного шторма. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.

4.6 Моделирование аномалий при имитации

2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно задать для различных систем или для всех частот, поддерживаемых имитатором.
3. Номер спутника можно задать для любого спутника в текущей системе (1–36).
4. Установите плотность ПЭС (полного электронного содержания) в электронах/м².
5. Сохраните сценарий.

4.6.8 Ионосферная сцинтилляция

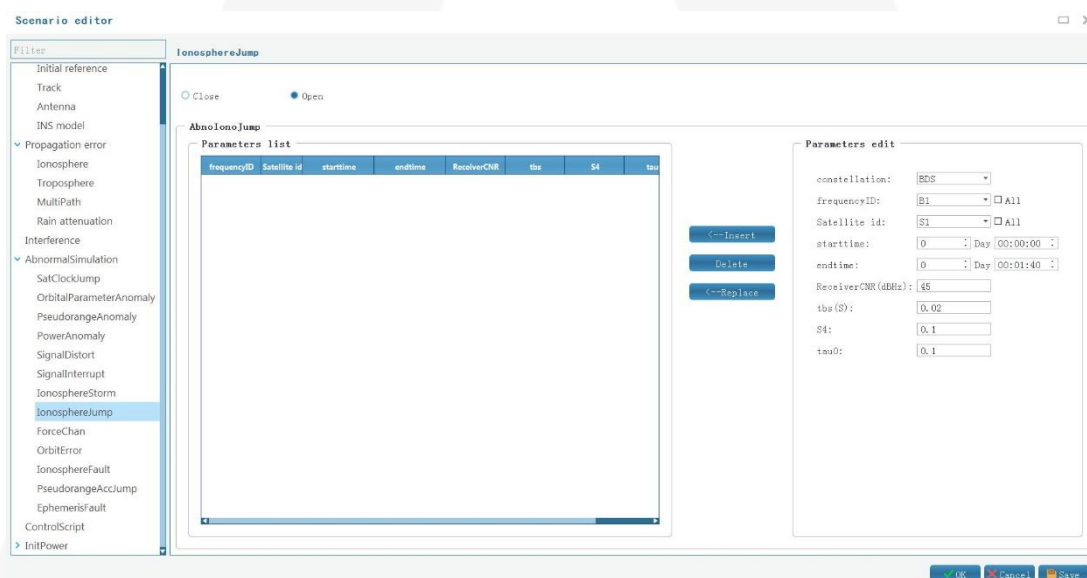


Рисунок 4-66 – Интерфейс настройки параметров ионосферной сцинтилляции

Нажмите «Ионосферная сцинтилляция», и появится диалоговое окно, как показано на Рисунке 4-66. Выполните настройку параметров ионосферной сцинтилляции. Порядок действий следующий:

1. Установите время действия, т.е. момент начала неисправности. Можно ввести время вручную в формате ЧЧ:ММ:СС (часы/минуты/секунды) или установить с помощью прокрутки мыши. Диапазон — от 0 до 2 часов, шаг — 1 минута.

2. Установите номер частоты и номер спутника. Номер частоты можно задать для различных систем или для всех частот, поддерживаемых имитатором.
3. Номер спутника можно задать для любого спутника в текущей системе (1–36).
4. Установите отношение несущая/шум приёмника.
5. Установите время бита сообщения T_b , единица измерения: секунды.
6. Сохраните сценарий.

4.7 Управляющие скрипты

Щелкните по корневому каталогу параметров группировки. В настоящее время доступны четыре функции, а именно: «Скрипт управления мощностью», «Скрипт ошибки псевдодальности», «Скрипт временной ошибки» и «Скрипт навигационного сообщения».

4.7.1 Редактирование скрипта управления мощностью

Поддерживается редактирование соответствующих изменений мощности для каждой системы и каждого спутника в пределах установленного времени начала и окончания, чтобы проводить испытания в особых условиях работы имитатора, как показано на Рисунке 4-67:

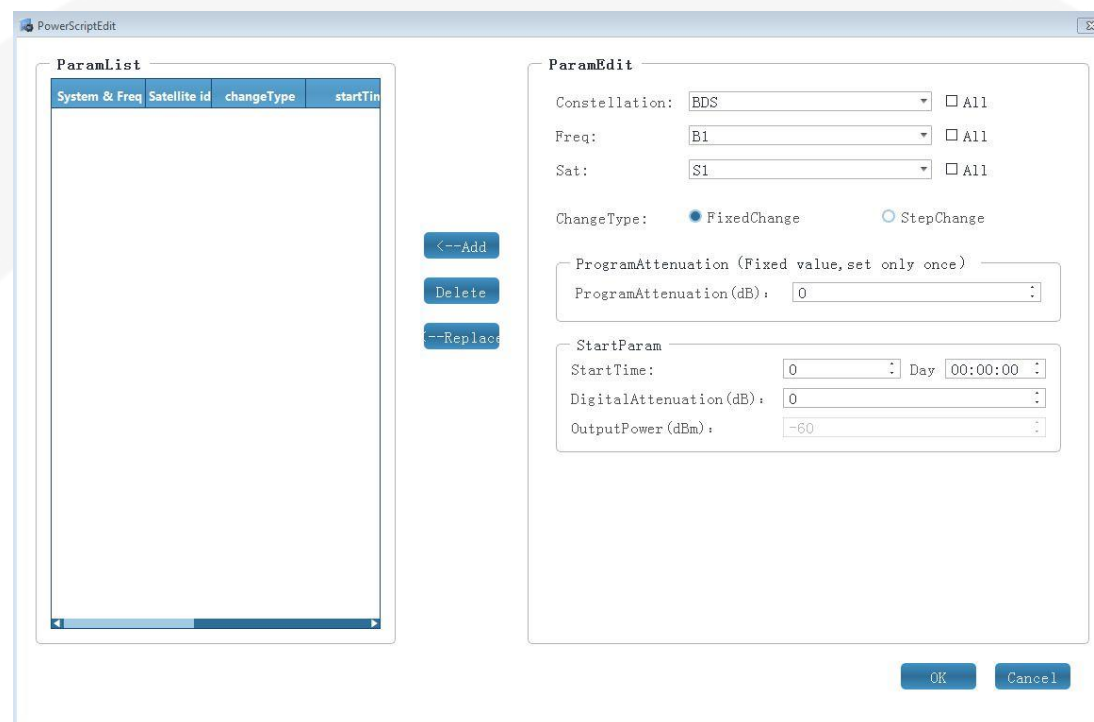


Рисунок 4-67 – Интерфейс редактирование скрипта управления мощностью

[Группировка]: Поддерживаются шесть группировок, включая BDS, GPS, ГЛОНАСС (GLO), Galileo (GAL), QZSS и IRNSS.

[Частота]: Установите частоту, на которой будет происходить изменение мощности, или установите флажок «Все» для применения ко всем частотам.

[Спутник]: Установите действие для любого спутника или установите флажок «Все» для применения ко всем спутникам.

[Мощность]: Установите значение мощности, на которое будет изменена.

[Время начала]: Установите время начала действия изменения мощности, то есть через какое время после старта имитации оно начнётся.

[Время окончания]: Установите время окончания действия изменения мощности, то есть через какое время после старта имитации оно закончится; время окончания должно быть больше времени начала.

После завершения настройки можно нажать «Добавить», чтобы добавить установленные параметры в сценарий имитации.

4.7.2 Редактирование скрипта ошибки псевдодальности

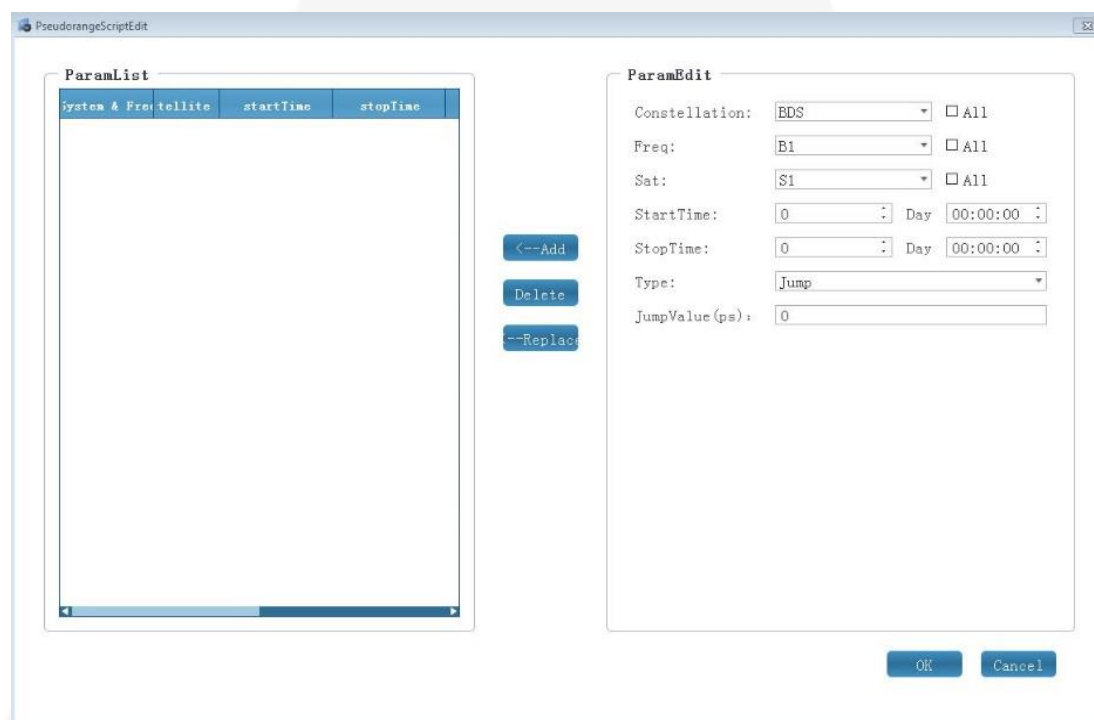


Рисунок 4-68 – Интерфейс редактирование скрипта ошибки псевдодальности

[Группировка]: Поддерживаются шесть группировок, включая BDS, GPS, ГЛОНАСС (GLO), Galileo (GAL), QZSS и IRNSS.

[Частота]: Можно установить частоту, на которой будет происходить изменение мощности, или установить флажок «Все» для применения ко всем частотам.

[Спутник]: Можно установить действие для любого спутника или установить флажок «Все» для применения ко всем спутникам.

4.7 Управляющие скрипты

[Время начала]: Установите время начала действия изменения псевдодальности, то есть через какое время после старта имитации оно начнётся.

[Время окончания]: Установите время окончания действия изменения псевдодальности, то есть через какое время после старта имитации оно закончится; время окончания должно быть больше времени начала.

[Тип]: В настройке типа можно выбрать изменение между «Скачок» и «Медленное изменение».

[Величина скачка]: Установите значение скачка.

4.7.3 Редактирование скрипта временной ошибки

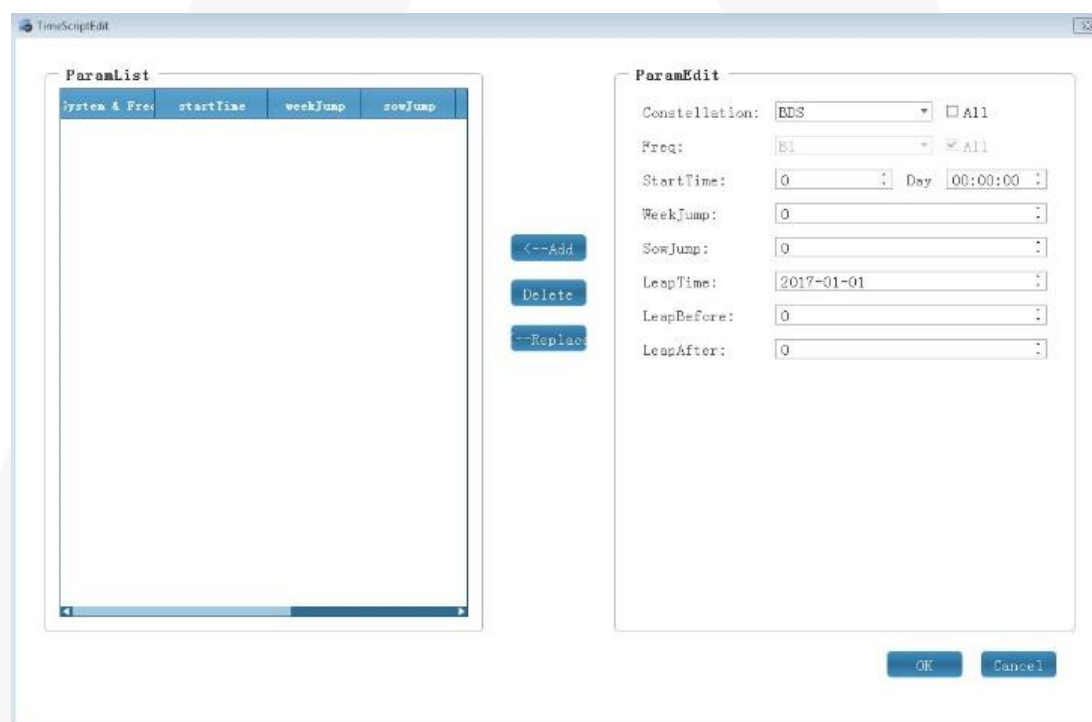


Рисунок 4-69 – Интерфейс редактирование скрипта временной ошибки

[Группировка]: Поддерживаются шесть группировок, включая BDS, GPS, ГЛОНАСС (GLO), Galileo (GAL), QZSS и IRNSS.

[Частота]: Можно установить частоту, на которой будет происходить изменение временной ошибки, или установить флажок «Все» для применения ко всем частотам.

[Время начала]: Установите время начала действия изменения временной ошибки, то есть через какое время после старта имитации оно начнётся.

После завершения настройки можно нажать «Добавить», чтобы добавить установленные параметры в сценарий имитации.

4.7.4 Редактирование скрипта навигационного сообщения

Поддерживается редактирование соответствующих изменений навигационных сообщений для каждой системы и каждого спутника в пределах установленного времени начала и окончания, чтобы проводить испытания в особых условиях работы имитатора, как показано на Рисунке 4-70.

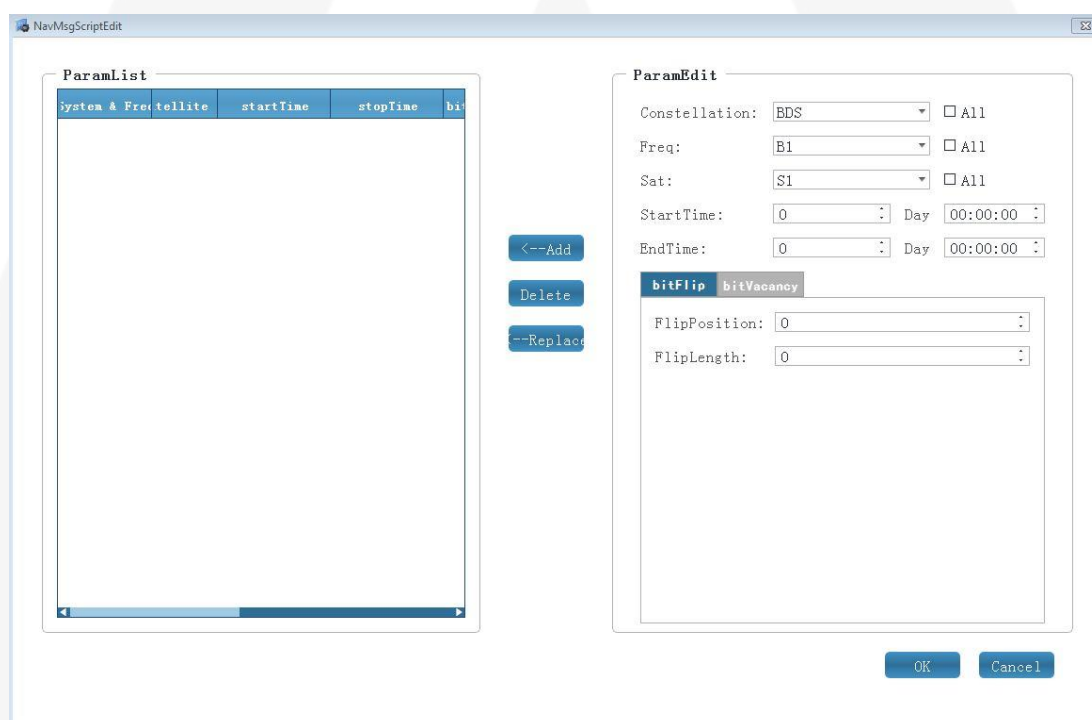


Рисунок 4-70 – Интерфейс редактирование скрипта навигационного сообщения

4.7 Управляющие скрипты

[Группировка]: Поддерживаются шесть группировок, включая BDS, GPS, ГЛОНАСС (GLO), Galileo (GAL), QZSS и IRNSS.

[Частота]: Можно установить частоту, на которой будет происходить изменение навигационного сообщения, или установить флажок «Все» для применения ко всем частотам.

[Спутник]: Можно установить действие для любого спутника или установить флажок «Все» для применения ко всем спутникам.

[Время начала]: Установите время начала действия изменения навигационного сообщения, то есть через какое время после старта имитации оно начнётся.

[Время окончания]: Установите время окончания действия изменения навигационного сообщения, то есть через какое время после старта имитации оно закончится; время окончания должно быть больше времени начала.

[Инверсия бита]: Можно установить «Позиция инверсии», «Длина инверсии».

[Пропуск бита]: Можно установить «Позиция пропуска», «Длина пропуска».

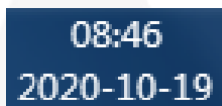
После завершения настройки можно нажать «Добавить», чтобы добавить установленные параметры в сценарий имитации.

5 Техническое обслуживание

5.1 Самодиагностика системы

Автоматическое обнаружение в основном используется для автоматической проверки аппаратного состояния имитатора при включении питания. Если в программном обеспечении отображается сообщение о неуспешном подключении:

1. В этом случае пользователь должен сначала убедиться, что имитатор включён.
2. Проверить, нормально ли сетевое соединение между имитатором и управляющим компьютером, а также находится ли IP-адрес управляющего компьютера в подсети 10.129.41.X.
3. Убедиться, что программное обеспечение Agilent IO Control правильно определяет адреса плат имитатора.
4. Убедиться, что системный формат отображения даты установлен как "гггг-мм-д", как показано на Рисунке 5-1 ниже.



08:46
2020-10-19

Рисунок 5-1 – Формат отображения системного времени

5.2 Аномалии выходного сигнала

Методы устранения аномалий выходного сигнала при нормальной работе имитатора:

1. Проверьте, корректны ли настройки мощности и режима модуляции в управляющем программном обеспечении. Мощность устанавливается в соответствии с требованиями оконечного оборудования пользователя. Система позволяет регулировать мощность в диапазоне от -60 дБм до -150 дБм.

5.3 Ежедневное техническое обслуживание оборудования

2. Проверьте, правильно ли подключены ВЧ-кабели, соединяющие имитатор с оконечным оборудованием пользователя или другими внешними устройствами.
3. При наличии оценочного программного обеспечения сначала проверьте, реагирует ли управляющее программное обеспечение на команды оценочного ПО.
4. Если после исключения внешних аномальных условий и ошибок в эксплуатации система не включается или не запускается, своевременно свяжитесь с нашими техническими специалистами.

5.3 Ежедневное техническое обслуживание оборудования

1. Для обеспечения нормальной работы оборудования используйте его в условиях, указанных в руководстве по эксплуатации.
2. Избегайте частых включений и выключений питания в течение короткого промежутка времени.
3. При использовании устройства обращайте внимание на вентиляцию и отвод тепла, не допускайте блокировки вентиляционных отверстий.
4. Регулярная калибровка оборудования позволяет своевременно выявлять существующие проблемы и эффективно уменьшать погрешности измерений, вызванные внешними условиями. Рекомендуемый межкалибровочный интервал составляет 12 месяцев.
5. Регулярно протирайте внешние стенки оборудования и принимайте меры для предотвращения воздействия влаги. В сырые и дождливые дни, даже если оборудование не используется, его следует периодически включать и запускать на 1–2 часа, чтобы использовать тепло, выделяемое оборудованием, для удаления влаги. При эксплуатации оборудования во влажных южных регионах Китая особенно важно включать его для просушки регулярно: раз в месяц, а в сезон дождей — раз в две недели.

6 Транспортировка и хранение

6.1 Хранение прибора

1. Перед размещением оборудования на хранение проверьте целостность упаковки и отсутствие коррозии на содержимом.
2. В помещении для хранения должна быть хорошая вентиляция и отсутствие коррозионно-активных газов в воздухе. Упаковки следует размещать на стеллажах на высоте не менее 30 см от пола и на расстоянии не менее 40 см от стен. Стеллажи, на которых размещаются упаковки, должны быть защищены от прямого солнечного света.

6.2 Транспортировка прибора

1. При транспортировке избегайте использования транспортных средств, не оборудованных амортизаторами.
2. Не перевозите совместно с химическими веществами или влажными материалами.
3. Не используйте для транспортировки открытые грузовые автомобили. Если использование открытых автомобилей неизбежно, груз должен быть обязательно укрыт брезентом.
4. Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться в соответствии с маркировкой на упаковке, указывающей способ хранения и транспортировки.

Во время транспортировки изделия должны складироваться в помещении. При временном складировании под открытым небом обязательно укрывайте их брезентом и подкладывайте под них подкладной лист толщиной не менее 20 см.



АО «Акметрон»

+7 (495) 252-00-96
info@akmetron.ru
www.akmetron.ru



ИНН: 7723827170

109544, г. Москва, ул. Рабочая,
д. 93, стр. 2, БЦ «Новорогожский»

