



Руководство пользователя StellaNGC



2019-02-08 - Версия 3.0.3 – Редакция А

Содержание

Содержание	2
Глава 1. Введение	4
1.1 Справочные документы	4
Глава 2. Справочное руководство.....	5
2.1 Главный интерфейс пользователя.....	5
2.2 Окно конфигурирования траектории.....	14
2.3 Интерфейс конфигурирования моделей GNSS.....	18
2.4 Интерфейс конфигурирования оборудования GNSS	28
2.5 Интерфейс конфигурирования моделей инерциального измерительного блока	30
2.6 Интерфейс конфигурирования оборудования IMU	31
Глава 3. Описание системы	32
3.1 Обзор программного обеспечения.....	32
3.2 Обзор моделей траекторий	33
3.3 Обзор моделей GNSS	38
3.4 Обзор оборудования.....	39
Список рисунков.....	41
Список таблиц.....	42

Сокращения

API	Интерфейс программирования приложений
Beidou	Китайская система GNSS
DC	Постоянный ток
ECEF	Геоцентрическая система декартовых координат
ECI	Геоцентрическая инерциальная система координат
ENU	Север-Восток-Верх
HW	Оборудование
Galileo	Система GNSS Европейского союза
GLONASS	Глобальная навигационная спутниковая система (русская система GNSS)
GNSS	Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS)
GPS	Глобальная система позиционирования
GUI	Графический интерфейс пользователя
HMI	Человеко-машинный интерфейс
KML	Язык разметки Keyhole
LLA	Широта-долгота-высота
M3S	Системы МЗ
MSL	Средний уровень моря
NMEA	Национальная Ассоциация Морской Электроники
NED	Север-Восток-Низ
OCXO	Термостатированный кварцевый генератор
PR	Псевдодиапазон
PRN	Псевдослучайное число (уникальный идентификатор космического летательного аппарата – КЛА)
PVT	Положение-Скорость-Время
QZSS	Квазизенитная спутниковая система - японская система GNSS
RF	Радиочастота
RINEX	Аппаратно независимый формат обмена навигационными данными
RPY	Тангаж-Крен-Рысканье
SV (КЛА)	Космический летательный аппарат
SW (ПО)	Программное обеспечение
TCP/IP	Протокол управления передачей/Протокол Internet
UDP	Протокол пользовательских датаграмм
VST	Векторный приемопередатчик
WGS	Мировая геодезическая система

Глава 1

Введение

Благодарим вас за приобретение симулятора GNSS StellaNGC.

В руководстве пользователя описаны все функции данного симулятора. Конфигурация программного и аппаратного обеспечения, поставляемая клиенту, полностью зависит от выбранных клиентом опций. Таким образом, данное руководство пользователя является общим и не связано строго с вариантом, приобретенным клиентом.

1.1 Справочные документы

Ниже перечислены справочные документы:

- REF01 StellaNGC Product Specification
- REF02 Device Specifications NI PXIe-5644R
- REF03 Device Specifications NI PXIe-5646R
- REF04 Device Specifications NI USRP-2950R
- REF05 DEVICE SPECIFICATIONS NI-PXIe-5840
- REF06 PXI Express NI PXIe-1085 User Manual
- REF07 PXI Express NI PXIe-8135 User Manual
- REF08 PXI Express NI PXIe-6674T User Manual

Должны применяться следующие требования:

- Пожалуйста, обратитесь к документации NI относительно любых аппаратных спецификаций.
- Не используйте оборудование во влажной среде. Избегайте прямого контакта с водой.
- Не оставляйте оборудование под прямыми солнечными лучами.
- Внешнюю поверхность прибора можно протирать чистой, слегка увлажненной тканью.
- Не используйте чистящие жидкости, содержащие спирт, метилированный спирт, аммиак и т. п.

Глава 2

Справочное руководство

В данном разделе описаны все функции системы. Для всех интерфейсов пользователя описаны функции кнопок и индикаторов.

2.1 Главный интерфейс пользователя

На [рисунке 2.1](#) показано стартовое окно интерфейса пользователя StellaNGC. Оно содержит пять разделов, описанных в следующих главах.

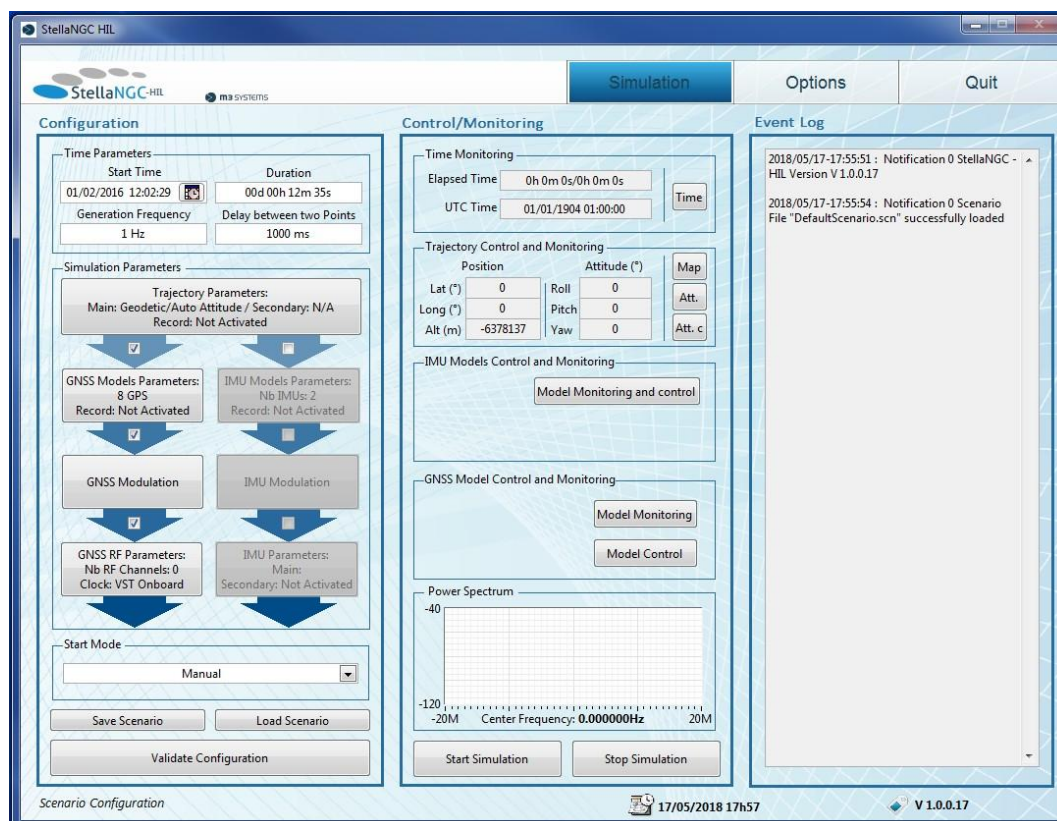


Рисунок 2.1: Главное окно интерфейса пользователя

Заголовок (Header)



Рисунок 2.2: Главное окно интерфейса пользователя - заголовок

Этот раздел главного окна содержит кнопки для навигации по программе и выхода из нее:

- Кнопка Simulation: переход на закладку симуляции (главная закладка программы)
- Кнопка Option: переход на закладку настроек
- Кнопка Quit: выход из программы (недоступна при выполнении симуляции)

Конфигурация (Configuration)

В этом разделе представлены все конфигурационные параметры, которые могут понадобиться для запуска симуляции. Он состоит из четырех подразделов, описанных ниже.

Параметры времени (Time Parameters)

Этот подраздел позволяет задать дату и продолжительность симуляции, а также частоту обновления.

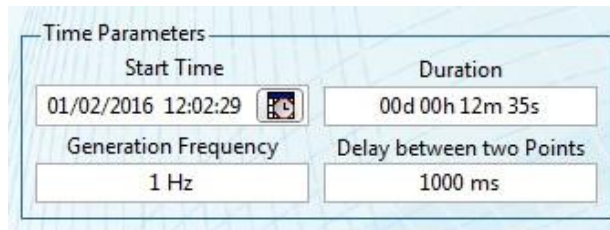


Рисунок 2.3: Главное окно интерфейса пользователя - раздел задания временных параметров

- Элемент управления Start Time Control: позволяет выбрать начальное время симуляции по времени GPS. Время может задаваться путем ввешивания необходимых значений либо из окна, всплывающего по нажатию кнопки с календарем.
- Duration Control: позволяет определить продолжительность симуляции с помощью строки следующего формата: XXd XXh XXm XXs
- Элементы управления Generation Frequency/Delay Between Two Points: эти две кнопки позволяют задать частоту обновления симуляции, каждое изменение значения в элементе управления обновляет значение в другом элементе. Задержка может составлять от 1 мс до 1000 мс с шагом 1 мс.

Параметры симуляции (Simulation Parameters)

Этот подраздел позволяет настроить все параметры подсистем, от траектории до уровней оборудования.

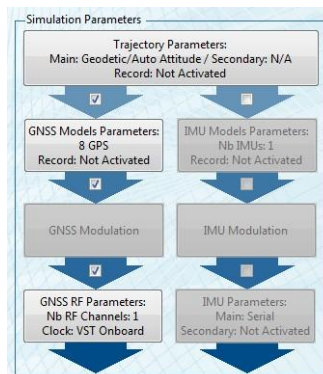


Рисунок 2.4: Главное окно интерфейса пользователя - раздел настройки параметров симуляции

Этот подраздел состоит из:

- Кнопок, открывающих интерфейс конфигурирования каждой подсистемы. На каждой кнопке приведен краткий обзор конфигурации подсистемы.
- Флажки, позволяющих включить или отключить подсистемы, что позволяет симулировать только необходимые уровни.

Режим запуска (Start Mode)

Этот подраздел позволяет определить режим запуска StellaNGC: при помощи аппаратного сигнала запуска или ручной запуск (кнопкой интерфейса пользователя или командой API).

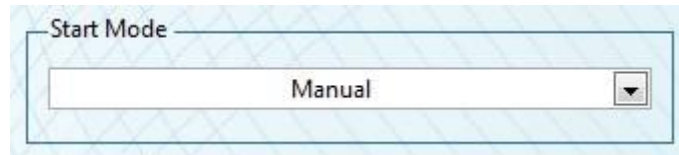


Рисунок 2.5: Главное окно интерфейса пользователя – конфигурирование режима запуска

Кнопки действий (Action Buttons)

Этот раздел позволяет сохранять/загружать и подтверждать текущую конфигурацию.

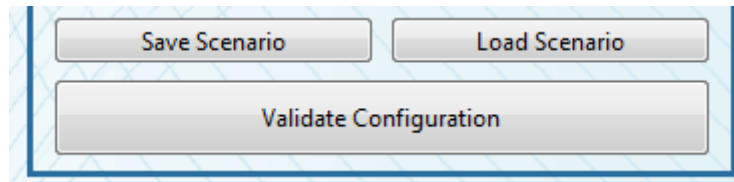


Рисунок 2.6: Главное окно интерфейса пользователя - кнопки конфигурирования режима запуска

Этот подраздел содержит несколько кнопок, выполняющих следующие действия:

- Кнопка **Save Scenario**: позволяет сохранить текущую конфигурацию в файле сценария, определяемому во всплывающем окне.
- Кнопка **Load Scenario**: позволяет загрузить текущую конфигурацию из файла сценария, определяемого во всплывающем окне.
- Кнопка **Validate Configuration**: позволяет проверить текущую конфигурацию и инициализировать все подсистемы данными параметрами. Щелчок по этой кнопке переводит программу в режим симуляции.

Управление и мониторинг (Control and Monitoring)

В данном разделе находятся все кнопки управления и данные мониторинга, к которым имеется доступ во время симуляции.

Мониторинг времени (Time Monitoring)

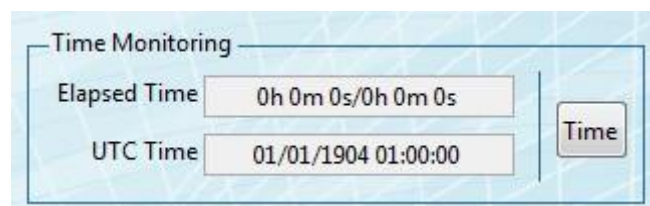


Рисунок 2.7: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг времени

Этот подраздел состоит из трех элементов:

- Индикатор **Elapsed Time**: позволяет видеть текущее время симуляции и общее время симуляции.
- Индикатор **UTC Time**: позволяет видеть текущее симулированное время UTC.
- Кнопка **Time**: позволяет открыть всплывающее окно, показанное на рисунке 2.8, которое содержит дополнительную информацию о времени.



Рисунок 2.8: Главное окно интерфейса пользователя - всплывающее окно Time Monitoring

Это всплывающее окно содержит четыре индикатора:

- Номер недели (Week Number) по времени GPS
- Время недели (Time of Week) по времени GPS
- Число корректировочных секунд (Number of Leap Seconds)
- Время с начала симуляции, в секундах (Time from simulation)

Управление и мониторинг траектории (Trajectory Control and Monitoring)

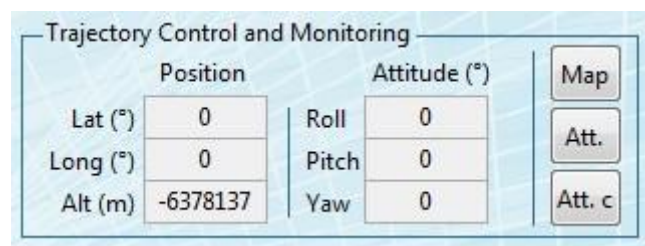


Рисунок 2.9: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг траектории

Этот подраздел содержит всю доступную информацию о траектории. Он состоит из следующих элементов:

- Индикаторы Position Monitoring: позволяют видеть симулируемое в данный момент положение в координатах LLA.
- Индикаторы Monitoring: позволяют видеть симулируемое в данный момент пространственное положение в координатах RPY.
- Кнопка Map: Позволяет открыть всплывающее окно с картой, показанное на рисунке 2.10 для визуализации текущей точки и траектории на карте.



Рисунок 2.10: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг карты траектории

Всплывающее окно Map содержит следующие элементы:

- Дисплей Map: отображает основную траекторию красным цветом, а вспомогательную (при ее наличии) - синим. Стрелка на последней точке каждой траектории показывает текущее направление мобильного устройства.
- Кнопка Center: позволяет центрировать траекторию по последней точке.
- Кнопка Erase Trajectories: позволяет стереть все ранее данные отображенных траекторий.
- Время с начала симуляции, в секундах.

Кнопка Attitude: позволяет открыть всплывающее окно Attitude, показанное на рисунке 2.11, для визуализации текущего пространственного положения.



Рисунок 2.11: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг пространственного положения траектории

Всплывающее окно Attitude содержит крен, тангаж и рысканье на индикаторе пространственного положения.

- Кнопка Attitude Control: позволяет открыть всплывающее окно управления пространственным положением, показанное на рисунке 2.12, для добавления компонента к текущему положению.



Рисунок 2.12: Главное окно интерфейса пользователя - управление высотой траектории

Всплывающее окно Attitude Control содержит селектор для выбора управляемой траектории и три элемента управления для добавления компонентов к координатам крена (Roll), тангажа (Pitch) и рысканья (Yaw).

Управление и мониторинг глобальной навигационной спутниковой системой (GNSS Control and Monitoring)

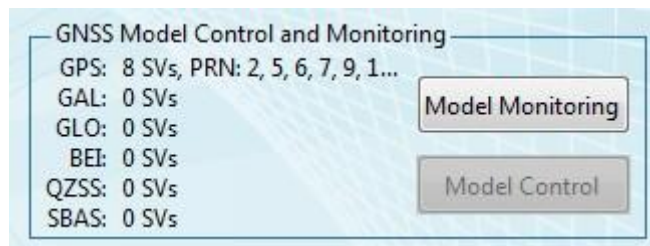


Рисунок 2.13: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг GNSS

Этот подраздел содержит всю доступную пользователю информацию о GNSS. Он состоит из следующих элементов:

- Количество группировок спутников и индикатор идентификаторов спутников PRN ID
- Кнопка Model Monitoring: позволяет открыть всплывающее окно GNSS Models monitoring, показанное на рисунке 2.14

PRN	Signal Type	Elev (°)	Az (°)	Nav. Message	P Tx (dBW)	P Rx (dBW)	P Free (dBW)
2	LOS	46.379214	-97.294505	A10E33A890A3	26.250036	-157.338837	183.088873
5	LOS	33.634185	-54.239872	A10E33A890A3	26.250036	-157.359694	183.409730
6	LOS	36.552657	-158.050615	A10E33A890A3	26.250036	-157.293144	183.343180
7	LOS	69.351656	112.809919	A10E33A890A3	26.250036	-157.778661	182.728697
9	LOS	47.862245	59.668489	A10E33A890A3	26.250036	-157.286678	183.036714
13	LOS	9.898054	-105.491715	A10E33A890A3	26.250036	-158.215892	184.265928
16	LOS	7.035745	33.333939	A10E33A890A3	26.250036	-158.273465	184.323501
23	LOS	15.310150	70.368091	A10E33A890A3	26.250036	-157.977383	184.027419

Рисунок 2.14: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг модели GNSS

Это всплывающее окно содержит три элемента:

- Элементы управления Monitoring Source: четыре элемента управления для определения источника контролируемой информации: траектории (Trajectory), антенны (Antenna), группировки (Constellation) и полоса (Band).
- Флажок Elements to Display: несколько флажков позволяет отображать или скрывать категории данных моделей GNSS, приведенных ниже для каждого PRN.
- Таблицу Monitoring Data: необработанные данные, отображаемые для каждого симулируемого PRN в зависимости от ранее определенных параметров. Контролируемыми могут быть следующие параметры:

Контролируемый элемент	Описание	Группа активации
Elev (°)	Высота спутника	Отображаемая всегда
Az (°)	Азимут спутника	Отображаемая всегда
Nav. Message	Передаваемое навигационное сообщение	Навиг. сообщение
P Tx (dBW)	Мощность излучаемого сигнала	Мощность (дБВт)
P Rx (dBW)	Мощность сигнала у приемника	Мощность (дБВт)
P Free (dBW)	Ослабление из-за пространственных потерь сигнала	Мощность (дБВт)
Rx Attenuation (dBW)	Ослабление из-за симуляции Rx антенны	Мощность (дБВт)
Doppler (Hz)	Допплеровский сигнал у приемника	Сдвиг Допплера (Гц)
Range (m)	Диапазон сигнала у приемника	Диапазон (м)
PseudoRange (m)	Псевдодиапазон сигнала у приемника	Диапазон (м)
Ionosphere Delay (s)	Задержка сигнала из-за моделирования ионосферы	Атмосфера
Troposphere Delay (s)	Задержка сигнала из-за моделирования тропосферы	Атмосфера

Таблица 2.1: Главное окно интерфейса пользователя - таблица необработанных данных GNSS

- Кнопка Model Control: позволяет открыть всплывающее окно GNSS Models Control, показанное на рисунке 2.15, для управления активацией/деактивацией генерируемых сигналов и подстройки коэффициентов преобразования.

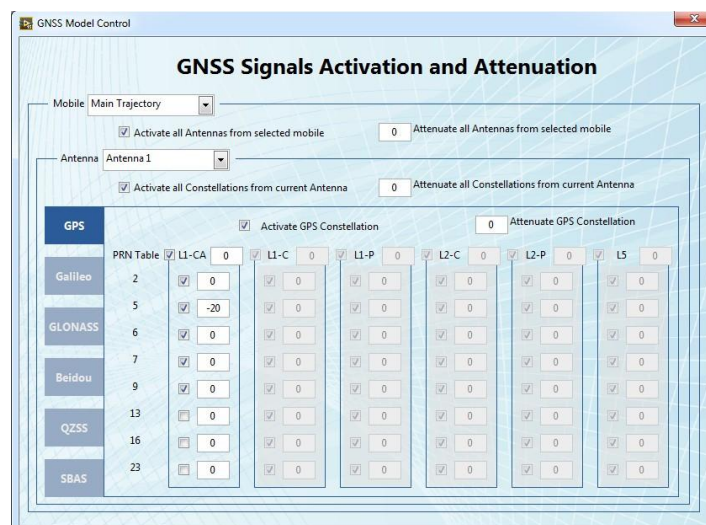


Рисунок 2.15: Главное окно интерфейса пользователя - управление моделью GNSS

Это окно содержит следующие элементы:

- Элементы управления Mobile: селектор выбора управляемого мобильного устройства, флажок активации и элемент управления ослаблением генерируемого управляющего мобильным устройством сигнала
- Элементы управления Antenna: селектор выбора антенны, флажок активации и элемент управления ослаблением генерируемого управляющего антенной сигнала
- Элементы управления Constellation: флажок активации и элемент управления ослаблением генерируемого управляющего группировкой сигнала
- Флажки Bands/PRN и таблица индикаторов: позволяет управлять генерацией сигнала в определенном диапазоне группировки, а также конкретного спутника и ассоциированного диапазона

Мониторинг блока инерциальных измерителей (IMU Monitoring)

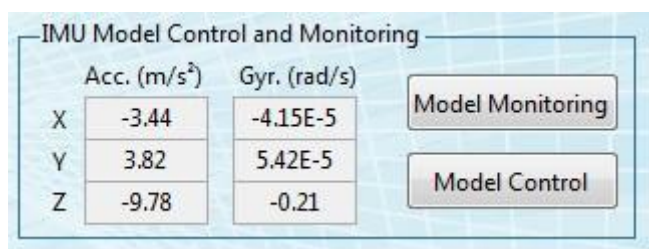


Рисунок 2.16: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг IMU

Раздел, показанный на рисунке 2.17, содержит всю информацию об IMU, доступную пользователю. Он состоит из следующих элементов:

- Индикатор Acceleration: отображает текущие значения ускорения для каждой оси.
- Индикатор Gyroscope: отображает текущие значения скоростей вращения для каждой оси.
- Кнопка Model Monitoring: позволяет открыть всплывающее окно IMU Models monitoring, показанное на рисунке 2.17

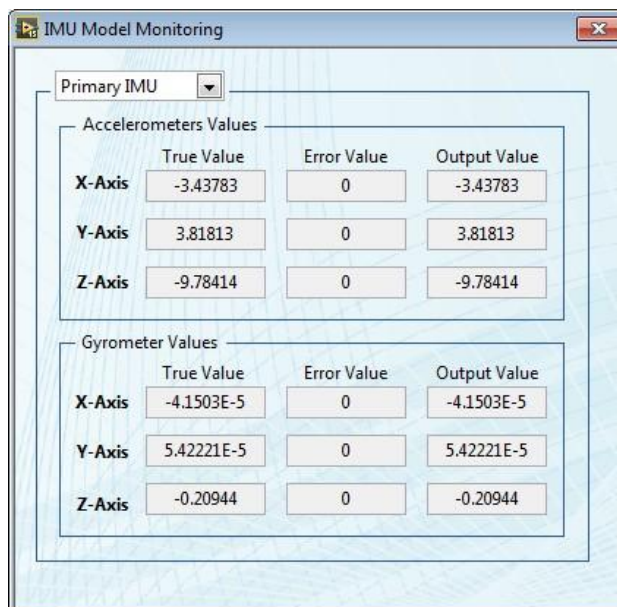


Рисунок 2.17: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг модели IMU

Это всплывающее окно содержит три элемента:

- Элемент управления Monitoring Source: позволяет выбрать источник информации.
- Индикаторы Accelerometers Values: отображают истинное текущее значение ускорения, ошибку и выходное значение ускорения для каждой оси.
- Индикаторы Gyrometers Values: отображают истинное текущее значение скорости вращения, ошибку и выходное значение скорости вращения для каждой оси.
- Кнопка Model Monitoring: позволяет открыть всплывающее окно IMU Control monitoring, показанное на рисунке 2.18

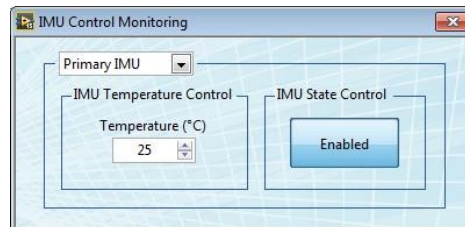


Рисунок 2.18: Главное окно интерфейса пользователя - управление моделью IMU

Это всплывающее окно содержит три элемента:

- Элемент управления IMU Selection: позволяет выбрать управляемое IMU.
- Элемент управления Temperature: задает температуру выбранной модели IMU.
- Кнопка IMU State Control: подключает или отключает выход модели IMU.

Спектр (Spectrum)

В этом подразделе содержится индикатор спектра для мониторинга реально генерируемого RF-сигнала.

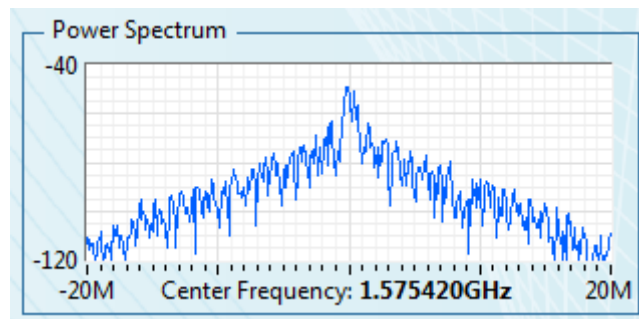


Рисунок 2.19: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг спектра

Журнал событий (Event Log)

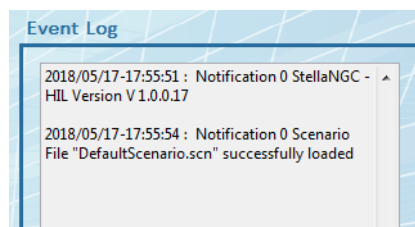


Рисунок 2.20: Главное окно интерфейса пользователя - журнал событий

Этот раздел позволяет визуализировать все ранее выполненные действия, а также информацию о состоянии системы, предоставляемую программой.

Нижний колонтитул (Footer)



Рисунок 2.21: Главное окно интерфейса пользователя - нижний колонтитул

В этом разделе содержатся несколько элементов:

- System State: отображает текущее состояние системы, в том числе:
 - Scenario Configuration: пользователь может сконфигурировать сценарий, а затем нажать кнопку Validate Configuration
 - Loading Simulation: загрузка симуляции
 - Ожидание команды ввода траектории: после конфигурирования всех подсистем StellaNGC ожидает подключения к TCP-серверу траекторий, если выбран режим с замкнутым контуром (Closed-Loop)
 - Waiting for simulation start: симуляция готова в запуску, щелкните по кнопке Start для запуска симуляции
 - Waiting for Hardware Trigger: симуляция готова к запуску и ожидает получения аппаратного сигнала запуска
 - Simulation Running: симуляция выполняется
 - Finishing Simulation: после завершения симуляции или щелчка по кнопке Stop Simulation все подсистемы закрываются для перехода в состояние Scenario Configuration
- System date: отображаются текущие дата и время
- Version information: отображается версия программного обеспечения. При щелчке по 'njve' элементу откроется всплывающее окно, показанное на рисунке 2.22, где показаны версии всех подсистем.

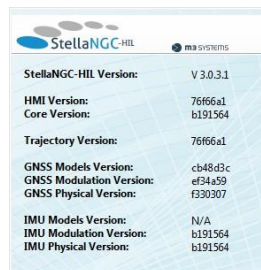


Рисунок 2.22: Главное окно интерфейса пользователя - версия

2.2 Окно конфигурирования траектории (Trajectory Configuration User Interface)

Это окно позволяет сконфигурировать траекторию для основного и вторичного модулей траектории.

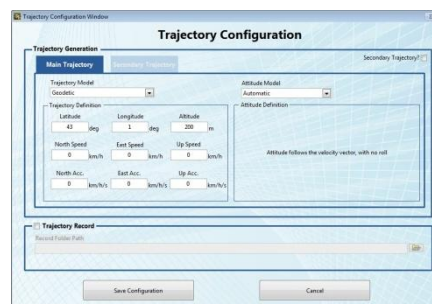


Рисунок 2.23: Окно конфигурирования траектории

Интерфейс пользователя содержит:

- Флажок Secondary Trajectory: позволяет включить или отключить вторичную траекторию (если эта опция разрешена)
- Кнопку Main Trajectory: позволяет перейти к конфигурированию основной траектории
- Кнопку Secondary Trajectory: позволяет перейти к конфигурированию вторичной траектории
- Селектор Trajectory Model : позволяет выбрать тип траектории
- Элементы управления Trajectory Definition, которые зависят от выбранного типа генерируемой траектории модели. Элементы управления для каждого типа траектории описаны ниже:
 - Геодезический тип траектории (Geodetic): задаются параметры широты (Latitude), долготы (Longitude) и высоты (Altitude) начального положения; компоненты скорости: север (North Speed), восток (East Speed), подъем (Up Speed); и компоненты ускорения (North Acc.), (East Acc.), (Up Acc.).



Рисунок 2.24: Конфигурирование траектории - параметры траектории геодезического типа

- Круговой тип траектории (Circular): задаются параметры широты (Latitude), долготы (Longitude) и высоты (Altitude) для задания центра окружности. Радиус окружности (Circle Radius), аргумент начального положения (Start Position Argument) (0 - восточная точка окружности), период вращения (Rotation Period) и направление вращения (Rotation Direction). На индикаторе отображается рассчитанная скорость мобильного устройства.

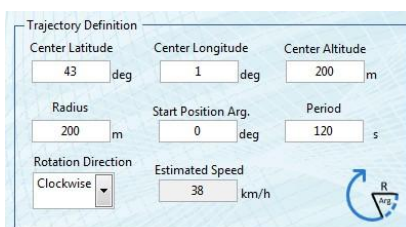


Рисунок 2.25: Конфигурирование траектории - параметры траектории кругового типа

- Тип траектории KML: задаются путь к файлу KML (KML Path File) и скорость мобильного устройства на пути KML. На индикаторе отображается полная продолжительность траектории с заданным файлом и скоростью.

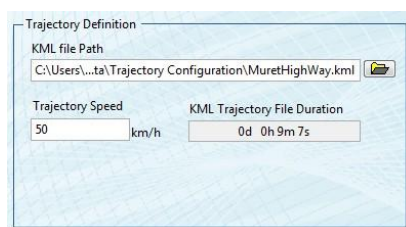


Рисунок 2.26: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа KML

- Тип траектории NMEA: задается путь к файлу NMEA. На индикаторе отображается полная продолжительность траектории с заданным файлом. Для анализа используются фреймы GPGGA (данные о последнем определении местоположения).

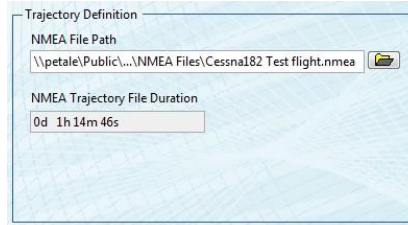


Рисунок 2.27: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа NMEA

- Тип пути XYZ: задается путь к файлу XYZ. На индикаторе отображается полная продолжительность траектории с заданным файлом.

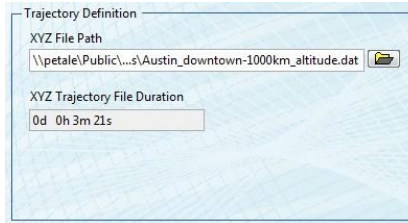


Рисунок 2.28: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа XYZ

- Кеплеровский тип траектории (Keplerian): задаются параметры, определяющие путь орбиты мобильного устройства.

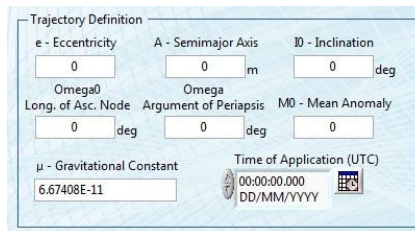


Рисунок 2.29: Конфигурирование траектории - параметры траектории кеплеровского типа

Данные параметры: эксцентриситет (Eccentricity), большая полуось (Semi Major Axis), наклонение (Inclination), долгота восходящего узла (Longitude of Ascending Node), аргумент периапсиды (Argument of Periapsis), средняя аномалия (Mean Anomaly), гравитационная константа (Gravitational Constant) и время приложения (Time of Application) параметров эллипса - приведены на рисунке 2.30.

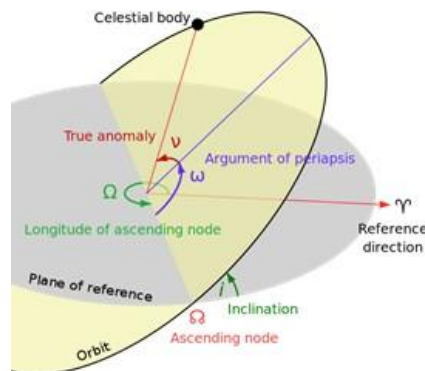


Рисунок 2.30: Конфигурирование траектории - объяснение кеплеровских элементов

- Тип пути с замкнутым контуром (Closed Loop): задается номер входного порта (Input Port Number). При подтверждении сценария для этого порта будет создан TCP-сервер для получения входных фреймов траектории.

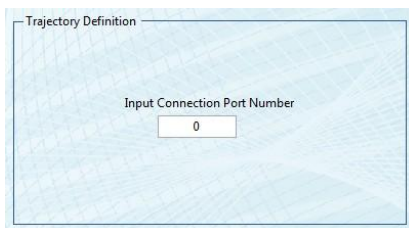


Рисунок 2.31: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа XYZ

- Тип траектории Playback: задается путь к файлу Playback . Эти файлы генерируются при записи выходных данных траектории, для каждой траектории могут быть воспроизведены файлы как основной, так и вторичной траектории.

На индикаторе отображается полная продолжительность траектории с заданным файлом.

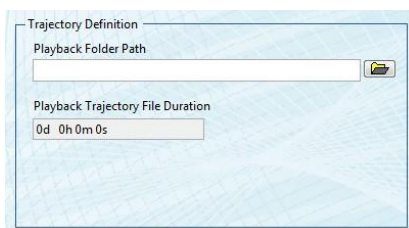


Рисунок 2.32: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа Playback

- Селектор Attitude Model: позволяет выбрать модель высоты в траектории. Внимание: некоторые модели доступны только при выборе эквивалентного пути модели.
- Элементы управления Attitude Definition, которые зависят от выбранной модели генерации пространственного положения. Элементы управления для каждой модели положения описаны ниже:
 - Автоматический тип (Automatic Attitude): параметры не нужны, локальная ось X будет следовать за вектором скорости.
 - Параметрический тип (Parametric Attitude): задаются параметры крен (Roll), тангаж (Pitch) и рыскание (Yaw) для начального положения, скорость вращения и ускорение.



Рисунок 2.33: Конфигурирование траектории - параметры параметрического пространственного положения

- Тип Earth Pointing Attitude: параметров не нужно, локальная ось X направлена к земле.
- Тип Anti-Earth Pointing Attitude: Type: параметров не нужно, локальная ось X направлена к зениту.
- Тип Sun Pointing Attitude: Type: параметров не нужно, локальная ось X направлена к солнцу.
- Тип Attitude File: задается входной файл пространственного положения. На индикаторе отображается полная длительность файла пространственного положения.

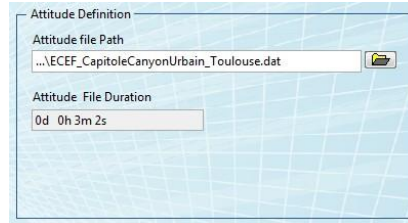


Рисунок 2.34: Конфигурирование траектории - параметры типа Attitude File

- Тип Closed Loop Attitude: этот тип пространственного положения доступен только при выборе типа траектории с замкнутым контуром. Параметров не нужно.
- Тип Playback Attitude: Этот тип пространственного положения доступен только, когда выбран тип траектории playback. Параметров не нужно.
- Record Parameters: позволяет активировать и деактивировать подсистему записи траектории выхода и путь к записи.
- Кнопка Save Configuration: сохраняет конфигурацию траектории и возвращает к главному окну программы.
- Кнопка Cancel: отменяет изменения траектории, произведенные после открытия интерфейса конфигурирования траектории и возвращает в главное окно программы.

2.3 Интерфейс конфигурирования моделей GNSS (GNSS Models Configuration User Interface)

Этот интерфейс позволяет сконфигурировать модели GNSS. Доступ к нему осуществляется из главного интерфейса пользователя щелчком по кнопке GNSS Models Configuration.

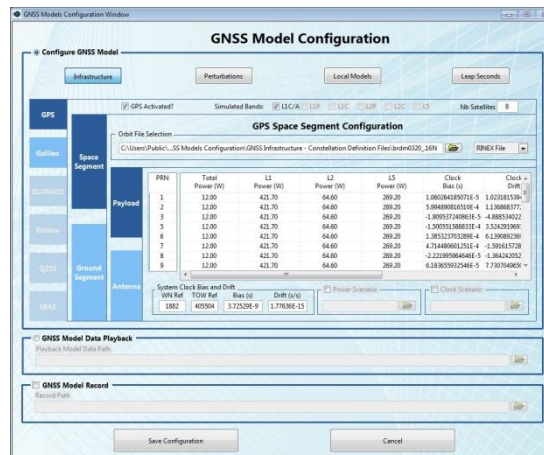


Рисунок 2.35: Интерфейс конфигурирования моделей GNSS

Интерфейс содержит четыре основных раздела, описанных ниже.

Конфигурирование моделей GNSS (GNSS Models Configuration)

В этом разделе приведена текущая конфигурация подсистемы Model GNSS. Пользователю предоставляются несколько групп моделей на нескольких закладках, доступных с помощью четырех кнопок в верхней части этого раздела интерфейса пользователя.

Параметры инфраструктуры (Infrastructure Parameters). На этой закладке сгруппированы все параметры инфраструктуры GNSS. Для каждой группировки (Constellation) пользователь может получить доступ к нескольким параметрам, затрагивающим как наземный (Ground), так и космический (Space) сегменты инфраструктуры GNSS.

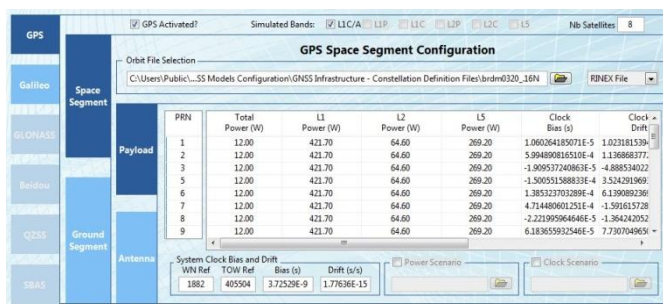


Рисунок 2.36: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS

Для настройки инфраструктуры GNSS группировки доступны следующие подразделы:

Активация группировок и диапазонов частот (Constellation and Bands Activation) позволяет включить или выключить группировку или конкретный диапазон группировки.

Элемент управления Number of satellites - позволяет выбрать количество симулируемых спутников.

Space Segment Configuration (Конфигурирование космического сегмента) - позволяет сконфигурировать все параметры генерации сигналов спутниками и их орбиты. Эти параметры разбиты на три раздела:

- **Orbit File Selector (Селектор файла орбиты):** позволяет выбрать файл для определения орбит спутников. Файл может быть типа **YUMA**, **RINEX**, **AGL** или **SP3**.
- **Закладка Payload Parameters (Параметры полезной нагрузки):** содержит параметры, затрагивающие все параметры генерации для каждого диапазона частот каждого спутника.

PRN	Total Power (W)	L1 Power (W)	L2 Power (W)	L5 Power (W)	Clock Bias (s)	Clock Drift
1	12.00	421.70	64.60	269.20	1.060264185071E-5	1.023181539
2	12.00	421.70	64.60	269.20	5.994890816510E-4	1.136868377
3	12.00	421.70	64.60	269.20	-1.909537240863E-5	-4.888534022
5	12.00	421.70	64.60	269.20	-1.500551588833E-4	3.524291969
6	12.00	421.70	64.60	269.20	1.385323703289E-4	6.139089236
7	12.00	421.70	64.60	269.20	4.714480601251E-4	-1.591615728
8	12.00	421.70	64.60	269.20	-2.221995964646E-5	-1.364242052
9	12.00	421.70	64.60	269.20	6.183655932546E-5	7.730704965

System Clock Bias and Drift
 WN Ref: 1882, TOW Ref: 405504, Bias (s): 3.72529E-9, Drift (s/s): 1.77636E-15

Рисунок 2.37: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS Payload

Закладка Payload (Полезная нагрузка) содержит следующие элементы:

- **PRN и таблица значений:** эти таблицы содержат мощность излучения для каждого генерируемого диапазона, дрейф систематической ошибки часов, скорость дрейфа и полную групповую задержку (TGD) для каждого спутника.
- **Элементы управления System Clock:** позволяют определить погрешность датчика времени группировки спутников в терминах систематической ошибки и дрейфа в определенное время, задаваемое элементами Week Number (номер недели) и Time of Week (время недели).
- **Элементы управления Power Scenario:** позволяют выбрать сценарий мощности для изменения мощности излучения спутников во время симуляции из входного файла.
- **Элементы управления Clock Scenario:** позволяют выбрать сценарий датчика времени для изменения параметров времени спутников во время симуляции из входного файла.
- **Закладка Antenna Parameters:** содержит все диаграммы направленности антенны в каждом диапазоне частот для каждого спутника группировки.

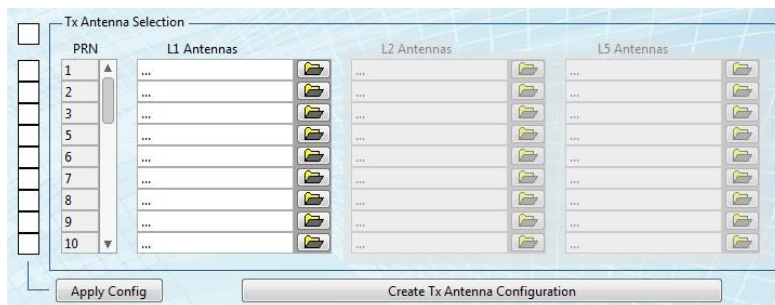


Рисунок 2.38: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS. Антенна.

Закладка Antenna содержит следующие элементы:

- Флажок Main: установка или снятие всех флажков в массиве, описанном ниже.
- Массив флажков: позволяют выбрать спутники, которые будут учитываться при применении конфигурации кнопкой Apply Config.
- Кнопка Apply Config: применяет конфигурацию диаграмм направленности антенны к спутникам, выбранным в массиве флажков. Конфигурация выбирается из всплывающего окна выбора файла, эти файлы могут быть сгенерированы с помощью кнопки Create Antenna Configuration.
- Таблицы Antenna и PRN: позволяют выбрать конкретную диаграмму направленности антенны для каждого диапазона частот каждого спутника.
- Кнопка Create Antenna Configuration: эта кнопка открывает всплывающее окно, показанное на рисунке 2.39. Это окно позволяет создавать конфигурацию антенны Tx путем выбора файла антенны Tx для каждого диапазона частот.

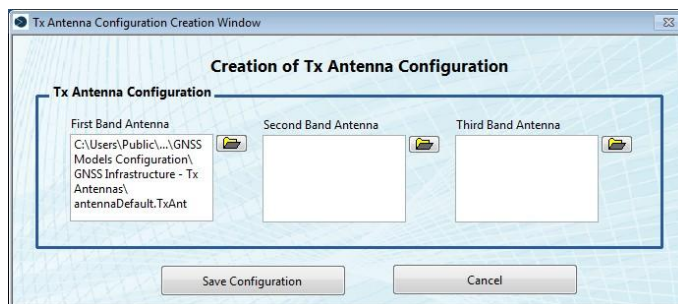


Рисунок 2.39: Конфигурирование моделей GNSS - редактирование антенны Tx

Ground Segment Configuration (Конфигурирование наземного сегмента) - позволяет сконфигурировать все параметры сообщений, передаваемых спутниками.

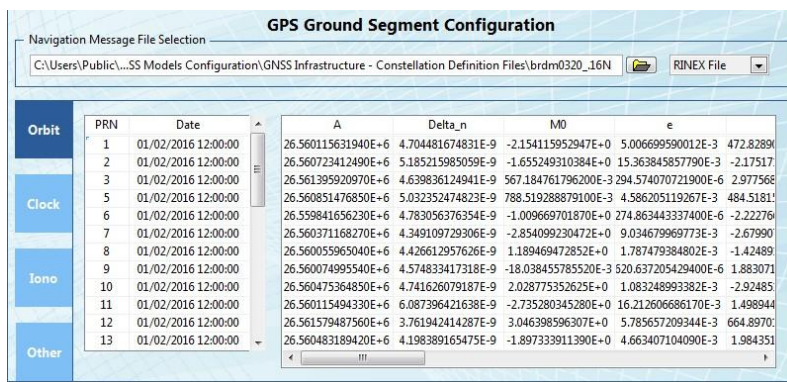


Рисунок 2.40: Конфигурирование моделей GNSS - наземный сегмент инфраструктуры GNSS

Эти настройки объединены в группы:

- Navigation Message File Selector (Селектор файла навигационного сообщения): позволяет выбрать файл для определения параметров наземного сегмента. Файл может быть типа YUMA, RINEX, AGL или SP3.

- Закладка Orbit: эта закладка, показанная на рисунке 2.41, содержит все элементы траектории для каждой группы, указанной во входном файле. Каждый параметр может быть изменен, кроме номера PRN (PRN number) и времени приложения (Time of application).

PRN	Date	A	Delta_n	I0	e
1	01/02/2016 12:00:00	26.560115631940E+6	4.704481674831E-9	-2.154115952947E+0	5.006699590012E-3
2	01/02/2016 12:00:00	26.560723412490E+6	5.185215985059E-9	-1.655249310384E+0	15.363845857790E-3
3	01/02/2016 12:00:00	26.561395920970E+6	4.639836124941E-9	567.184761796200E-3	294.574070721900E-6
5	01/02/2016 12:00:00	26.560851476850E+6	5.03252474823E-9	788.519288879100E-3	4.586205119267E-3
6	01/02/2016 12:00:00	26.559841656230E+6	4.783056376354E-9	-1.009669701870E+0	274.863443337400E-6
7	01/02/2016 12:00:00	26.560371168270E+6	4.349109729306E-9	-2.854099230472E+0	9.034679969773E-3
8	01/02/2016 12:00:00	26.560055965040E+6	4.426612957626E-9	1.189469472852E+0	1.787479384802E-3
9	01/02/2016 12:00:00	26.560074995540E+6	4.574833417318E-9	-18.038455785520E-3	520.637205429400E-6
10	01/02/2016 12:00:00	26.560475364850E+6	4.741626079187E-9	2.028775352625E+0	1.083248993382E-3
11	01/02/2016 12:00:00	26.560115494330E+6	6.087396421638E-9	-2.735280345280E+0	16.212606686170E-3
12	01/02/2016 12:00:00	26.561579487560E+6	3.761942414287E-9	3.046398596307E+0	5.785657209344E-3
13	01/02/2016 12:00:00	26.560483189420E+6	4.198389165475E-9	-1.897333911390E+0	4.663407104090E-3

Рисунок 2.41: Конфигурирование моделей GNSS - орбиты наземного сегмента

- Закладка Clock: эта закладка, показанная на рисунке 2.42, содержит все элементы датчика времени для каждой группы, указанной во входном файле. Каждый параметр может быть изменен, кроме номера PRN (PRN number) и времени приложения (Time of application).

PRN	Date	ToC	af0	af1	af2
1	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	1.060264185071E-5	1.023181539495E-12	0.000000000000E+0
2	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	5.994890816510E-4	1.136868377216E-13	0.000000000000E+0
3	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	-1.909537240863E-5	-4.888534022029E-12	0.000000000000E+0
5	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	-1.500551588833E-4	3.524291969370E-12	0.000000000000E+0
6	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	1.385323703289E-4	6.139089236967E-12	0.000000000000E+0
7	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	4.714480601251E-4	-1.591615728103E-12	0.000000000000E+0
8	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	-2.221995964646E-5	-1.364242052659E-12	0.000000000000E+0
9	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	6.183655932546E-5	7.730704965070E-12	0.000000000000E+0
10	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	4.742434248328E-5	-2.614797267597E-12	0.000000000000E+0
11	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	-6.301538087428E-4	-1.932676241267E-12	0.000000000000E+0
12	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	3.650458529592E-4	2.614797267597E-12	0.000000000000E+0
13	01/02/2016 12:00:00	01/02/2016 12:00:00	-1.82391609966E-4	-2.501110429876E-12	0.000000000000E+0

Рисунок 2.42: Конфигурирование моделей GNSS – датчики времени наземного сегмента

- Закладка Iono: эта закладка, показанная на рисунке 2.43, содержит все элементы ионосферы для каждой группы, указанной во входном файле. Каждый параметр может быть изменен, кроме номера PRN (PRN number) и времени приложения (Time of application).

PRN	Date	Alpha 0	Alpha 1	Alpha 2	Alpha 3	Beta 0	Beta 1
1	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
2	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
3	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
5	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
6	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
7	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
8	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
9	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
10	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
11	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
12	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040
13	01/02/2016 12:00:00	6.519300E-9	22.352000E-9	-59.605000E-9	-119.210000E-9	86.016000E+3	98.3040

Рисунок 2.43: Конфигурирование моделей GNSS - ионосфера наземного сегмента

- Закладка Other Parameters: эта закладка, показанная на рисунке 2.44, позволяет настраивать следующие параметры:
 - Элемент управления Health Status: позволяет передавать сведения о состоянии спутников в передаваемом навигационном сообщении
 - Элемент управления Precision Information : позволяет передавать сведения о точности в передаваемом навигационном сообщении
 - Флажок CRC Error injection: позволяет генерировать ошибку контрольной суммы в передаваемом навигационном сообщении
 - Флажок Update Almanac: форсирует обновление данных альманаха в передаваемом навигационном сообщении

- Флажок и таблица Force Error injection: позволяет вводить ошибку Leap Second Message на основании определенных в таблице элементов (Week Number (номер недели) и Day Number (номер дня) следующей корректировочной секунды (Leap Second), количество корректировочных секунд (Number of Leap seconds) до и после изменения).

Orbit	PRN	Date	Health	Range Acc	CRC Error	Update Almanac?	Force LS Message	Nb LS Before	Nb LS After
	1	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	2	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	3	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	5	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	6	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	7	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	8	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	9	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	10	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	11	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	12	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0
	13	01/02/2016 12:00:00	0	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0	0

Рисунок 2.44: Конфигурирование моделей GNSS - другие параметры наземного сегмента

Модели возмущений (Perturbations Models)

На этой закладке находятся все параметры возмущений. Она разделена на три закладки, описанные ниже.

- атмосферные возмущения;
- возмущения при нескольких путях;
- возмущения из-за экранирования Землей.

Закладка "Атмосферные возмущения" (Atmosphere Pertubations)

На этой закладке содержатся все параметры модели атмосферы [рисунок 2.45](#) (конфигурирование моделей ионосферы и тропосферы).

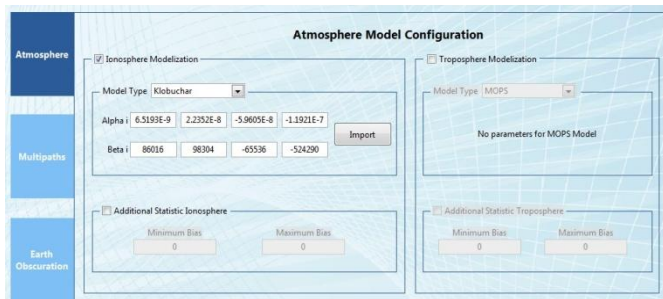


Рисунок 2.45: Конфигурирование моделей GNSS - атмосферные возмущения.

Эта закладка состоит из:

- типа модели ионосферы и элементов управления моделью;
- типа модели тропосферы и элементов управления моделью;

Ionosphere model type (Тип модели ионосферы)

Элементы управления моделью Клобухара (Klobuchar Models Controls) Эта модель наиболее распространенная, поскольку это модель, транслируемая GPS. Необходимо задать восемь параметров (коэффициенты Альфа и Бета).



Рисунок 2.46: Конфигурирование моделей GNSS - модель Клобухара

Эти параметры могут быть импортированы из файла Rinex с помощью кнопки Import. По нажатию кнопки открывается всплывающее окно, показанное на рисунке 2.47.

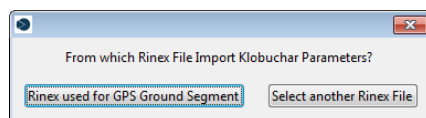


Рисунок 2.47: Конфигурирование моделей GNSS - всплывающее окно импорта модели Клобухара

Элементы управления моделью NeQuick Эта модель используется для трансляции в системе Галилео. Для нее требуется задать три входных коэффициента и количество итераций для вычислений.

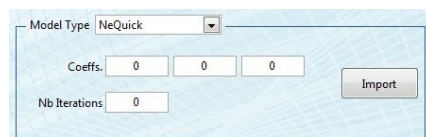


Рисунок 2.48: Конфигурирование моделей GNSS - модель NeQuick

Элементы управления моделью Ionex (Ionex File Model Controls) Это высокоточная модель, основанная на реальных измерениях из файла Ionex.



Рисунок 2.49: Конфигурирование моделей GNSS - модель Ionex

Элементы управления моделью данных ионосферы из файла (Iono Data File Model Controls) Эта модель основана на файле, в котором описаны ионосферные задержки для каждого спутника в каждый момент симуляции. Файл с данными ионосферы предоставляется пользователем.

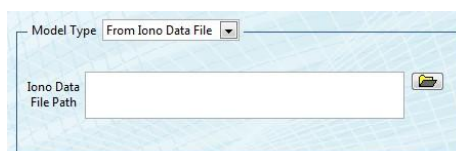


Рисунок 2.50: Конфигурирование моделей GNSS - модель файла данных ионосферы

Статистическая модель ионосферы (Statistic Ionosphere Model): Этот подраздел позволяет включить или отключить статистическую дополнительную задержку, диапазон значений параметров составляет $\pm 1 \cdot D_i$, где D_i - задержка ионосферы, рассчитанная для максимального и минимального значений.



Рисунок 2.51: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель ионосферы

Тип и элементы управления (Troposphere model) Выбор модели тропосферы и ее параметров из следующих моделей:

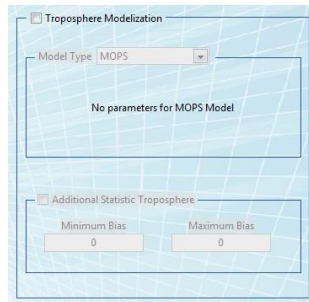


Рисунок 2.52: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель тропосферы .

Модель MOPS Эта модель наиболее распространенная, входных параметров не требуется.

Элемент управления Tropo Data File Эта модель основана на файле, описывающем задержки в тропосфере для каждого спутника в каждый момент симуляции.

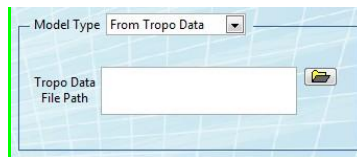


Рисунок 2.53: Конфигурирование моделей GNSS - файл данных тропосферы

Статистическая модель тропосферы (Statistic Troposphere Model) Этот подраздел позволяет включить или отключить статистическую дополнительную задержку, диапазон значений параметров составляет $\pm 1 \cdot D_t$, где D_t - рассчитанная задержка в тропосфере.

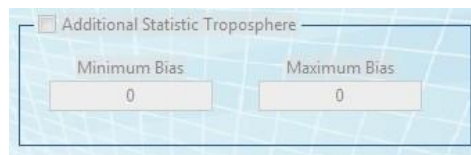


Рисунок 2.54: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель тропосферы

Закладка "Возмущения мультипутности" (MultiPaths Perturbations)

Эта закладка содержит все конфигурации множества путей, как для детерминированных, так и для статистических конфигураций. Две радио кнопки позволяют выбрать симулируемую модель, а селектор выбора файла - входной файл сценария Multipath. Индикатор показывает, сколько сигналов NLOS (вне линии прямой видимости) доступно для каждого спутника.

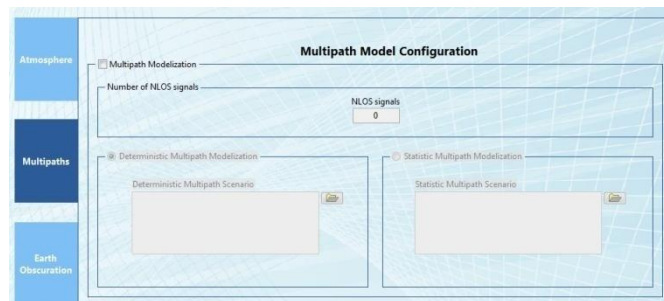


Рисунок 2.55: Конфигурирование моделей GNSS - модель возмущений мультипутности

Закладка "Возмущения из-за экранирования Землей" (Earth Obscuration Perturbations) Эта закладка содержит параметры конфигурации для маски видимости спутников относительно системы координат (ENU) Восток-Север-Верх. Это позволяет симулировать маскирующую окружающую среду мобильного устройства. Для симуляции маскирующего эффекта могут быть использованы три модели, выбираемые переключателями в интерфейсе пользователя:

Горизонтальное маскирование по высоте (Flat Elevation Mask) Эта маска - простая модель,

позволяющая замаскировать спутники, находящиеся ниже определенной высоты. Несколько типовых значений предопределены заранее, также можно задать свое значение.

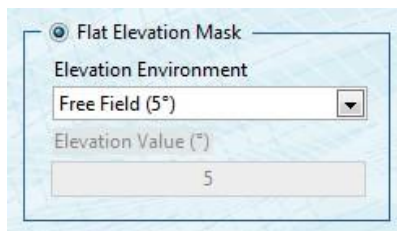


Рисунок 2.56: Конфигурирование моделей GNSS – горизонтальное маскирование по высоте

Azimuth-Dependant Elevation Mask - эта модель позволяет выполнять маскирование по высоте в зависимости от азимута.

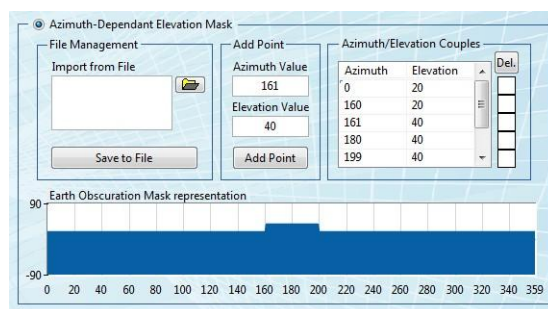


Рисунок 2.57: Конфигурирование моделей GNSS – маскирование по высоте в зависимости от азимута

Для редактирования маски представлены несколько элементов управления, описанные ниже:

- Селектор Import From File File: позволяет загрузить ранее определенную маску по высоте.
- Кнопка Save to File: позволяет сохранить текущую маску по высоте в файл.
- Кнопка Add Point: По нажатию кнопки берутся значения азимута и высоты и добавляются к парам азимут/высота, уже определенным для маски высоты.
- Кнопка Del.: удаляет все отмеченные флажками пары азимут/ высота из маски высоты.

Сценарий во времени маскирования по высоте (Time Scenario Elevation Mask) Эта модель включает эволюцию маски спутника в процессе симуляции. Необходим файл сценария во времени для профиля возвышений Земли (Earth Elevation).

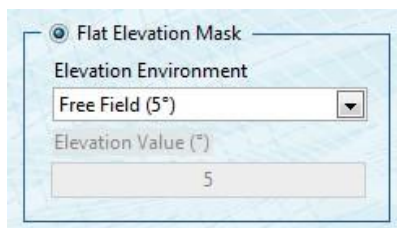


Рисунок 2.58: Конфигурирование моделей GNSS – сценарий по времени маскирования по высоте

Локальные модели (Local Models)

На этой закладке содержатся все модели, относящиеся к мобильному устройству. Каждое мобильное устройство может быть сконфигурировано: все антенны для основной траектории, а также для вторичной траектории.

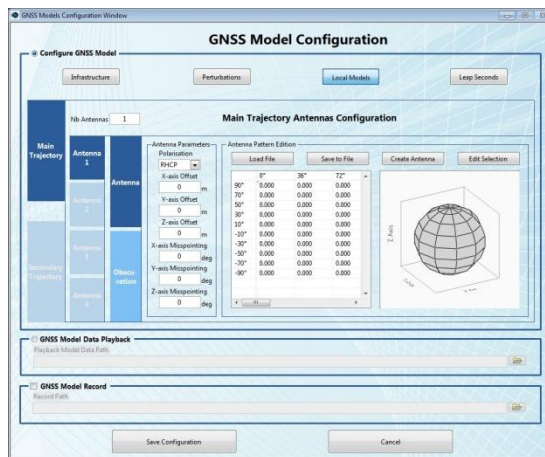


Рисунок 2.59: Конфигурирование моделей GNSS – локальные модели

Две закладки позволяют выполнять сконфигурировать следующие модели:

Модель антенных эффектов (Antenna Effects Model) Эта закладка содержит все параметры, касающиеся антенных эффектов.

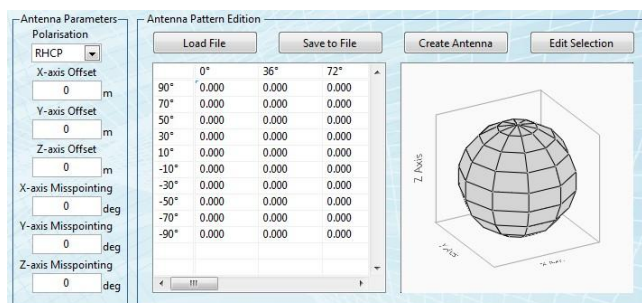


Рисунок 2.60: Конфигурирование моделей GNSS – антенна мобильного устройства

Доступны следующие элементы управления:

- **Antenna Polarisation Selector:** выбирает поляризацию антенны мобильного устройства. По умолчанию для антенн GNSS используется правая круговая поляризация (RHCP).
- Элементы управления **Antenna Position Offset** и **Mispointing** позволяют настраивать смещение антенны и ее наведение (mispointing) относительно центра инерции мобильного устройства.
- Кнопка **Load File:** позволяет загрузить файл ранее определенной антенны.
- Кнопка **Save to File:** позволяет сохранить текущую антенну мобильного устройства в файл.
- Кнопка **Create Antenna:** открывает всплывающее окно, показанное на [рисунке 2.61](#) для определения размеров матрицы и коэффициента усиления создаваемой антенны.

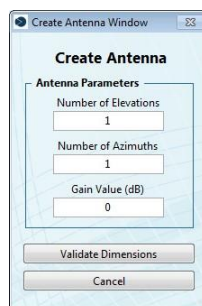


Рисунок 2.61: Конфигурирование моделей GNSS - создание антенны мобильного устройства

- Кнопка **Edit Selection:** открывает всплывающее окно, показанное на [рисунке 2.62](#) для задания коэффициента усиления всех ячеек, выбранных до нажатия этой кнопки.



Рисунок 2.62: Конфигурирование моделей GNSS - редактирование антенны мобильного устройства

- Массив коэффициентов антенны: этот массив представляет все пары высота/азимут и относящийся к ним коэффициент усиления. Его можно редактировать внутри самого массива.
- Трехмерный график Antenna 3D: на графике представлена создаваемая антенна.

Модель экранирования мобильного устройства (Mobile Obscuration Model)

Эта закладка позволяет настроить маску видимости спутников относительно системы координат мобильного устройства. Это позволяет симулировать маскирующую окружающую среду, которая перемещается вместе с мобильным устройством.

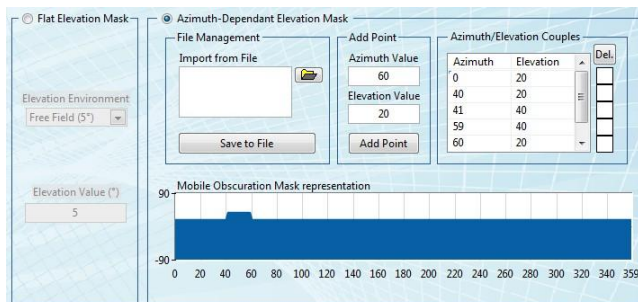


Рисунок 2.63: Конфигурирование моделей GNSS - экранирование мобильного устройства

Для этой маски доступны две модели:

Flat Elevation Mask Эта маска - простая модель, позволяющая замаскировать спутники, находящиеся ниже определенной высоты. Несколько типовых значений предопределены заранее, также можно задать свое значение.



Рисунок 2.64: Конфигурирование моделей GNSS – экранирование Землей по высоте

Azimuth-Dependant Elevation Mask - эта модель позволяет выполнять маскирование по высоте в зависимости от азимута.

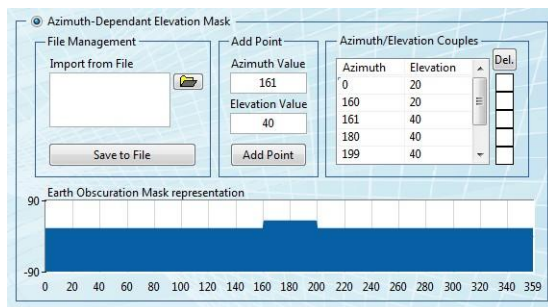


Рисунок 2.65 Конфигурирование моделей GNSS - экранирование Землей по высоте с учетом азимута

Для редактирования маски представлены несколько элементов управления, описанные ниже:

- Селектор Import From File: позволяет загрузить ранее определенную маску по высоте.
- Кнопка Save to File: позволяет сохранить текущую маску по высоте в файл.
- Кнопка Add Point: По нажатию кнопки берутся значения азимута и высоты и добавляются к парам азимут/возвышение, уже определенным для маски по высоте.
- Кнопка Del.: удаляет все отмеченные флажками пары азимут/возвышение из маски по высоте.

Кнопки Save и Cancel

Эти две кнопки выполняют следующие действия:

- Кнопка Save Configuration: сохраняет определенную конфигурацию оборудования GNSS и возвращает в главное окно программы.
- Кнопка Cancel: отменяет изменения оборудования GNSS, произведенные после открытия интерфейса конфигурирования, и возвращает в главное окно программы.

2.4 Интерфейс конфигурирования оборудования GNSS (GNSS Hardware Configuration User Interface)

Этот интерфейс позволяет сконфигурировать оборудование GNSS. Доступ к нему осуществляется через главный интерфейс пользователя щелчком по кнопке GNSS Hardware Configuration.

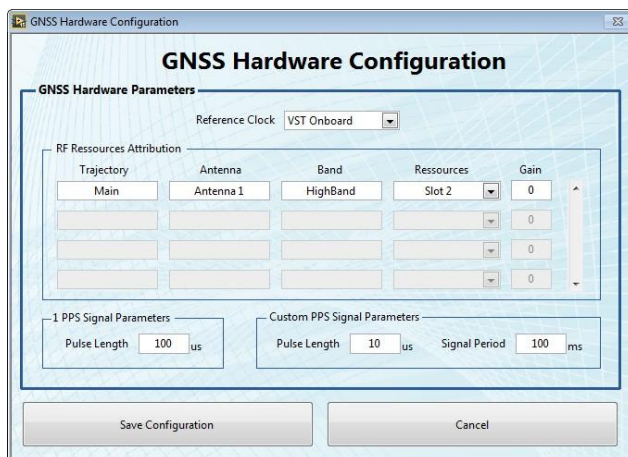


Рисунок 2.66: Конфигурирование оборудования GNSS - интерфейс пользователя

Он состоит из следующих элементов:

Селектор Reference Clock позволяет выбрать опорный сигнал синхронизации.



Рисунок 2.67: Конфигурирование оборудования GNSS - выбор сигнала синхронизации

Можно выбрать один из следующих сигналов синхронизации:

- **OCXO Clock:** в качестве опорного используется сигнал синхронизации модуля PXI 6674T, маршрутизированный на объединительную панель шасси
- **VST Onboard Clock:** используется встроенный сигнал синхронизации векторного приемопередатчика (VST), действует только при однократной генерации VST.
- **VST Chassis Clock:** в качестве опорного используется интегрированный сигнал синхронизации шасси. Внимание: этот сигнал синхронизации не обладает достаточной точностью для приложений GNSS и должен быть использован только если более точный сигнал синхронизации подключен к разъему Ref In шасси.
- **VST Ref In Clock:** опорный сигнал синхронизации поступает с разъема Ref In лицевой панели VST.
- **USRP Onboard Clock:** в качестве опорного используется встроенный сигнал синхронизации USRP.
- **USRP GPS Clock:** в качестве опорного сигнала синхронизации используется сигнал GPS USRP. Внимание: антенна GNSS должна использоваться на разъеме USRP, и должны приниматься во внимание возможные перекрестные наводки, когда USRP будет генерировать сигнал GNSS.
- **USRP Ref In Clock:** опорный сигнал синхронизации поступает с разъема Ref In на задней панели USRP.

Элементы управления RF Resources Attribution Эти элементы управления состоят из массива, в котором строки представляют симулируемый диапазон.

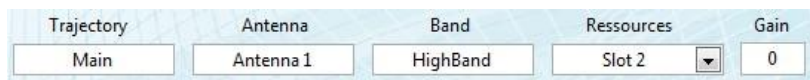


Рисунок 2.68: Конфигурирование оборудования GNSS - настройка канала

Представлены следующие столбцы:

- Индикатор Trajectory Type: указывает соответствие генерируемого сигнала основной или вторичной траектории.
- Индикатор Antenna Number: отображает симулируемую антенну.
- Индикатор Band: отображает симулируемый диапазон (высоких частот (Highband) или низких частот (Lowband)).
- Селектор Resource: показывает список аппаратных ресурсов, доступных для симуляции текущего диапазона.
- Элемент управления Gain: позволяет определить коэффициент усиления генерируемого RF-сигнала.

Элементы управления PPS Parameters Этот подраздел позволяет настраивать период и длительность импульса выходных сигналов PPS (пакетов в секунду).

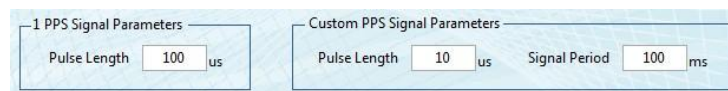


Рисунок 2.69: Конфигурирование оборудования GNSS - Параметры PPS

Можно настроить следующие параметры:

- Элемент управления 1 PPS Signal Pulse Length: позволяет настраивать длительность импульса генерируемого сигнала PPS частотой 1 Гц.
- Элемент Custom PPS Signal Pulse Length: позволяет настраивать длительность импульса

пользовательского (Custom) сигнала PPS.

- Элемент Custom PPS Signal Pulse Length: позволяет настраивать период пользовательского (Custom) генерируемого сигнала PPS.

Кнопка Save Configuration: сохраняет созданную конфигурацию оборудования GNSS и возвращает в главное окно программы.

Кнопка Cancel: отменяет изменения оборудования GNSS, произведенные после открытия интерфейса конфигурирования, и возвращает в главное окно программы.

2.5 Интерфейс конфигурирования моделей инерциального измерительного блока (IMU Model Configuration User Interface)

Этот интерфейс позволяет сконфигурировать модель IMU. Доступ к нему осуществляется из главного интерфейса пользователя щелчком по кнопке IMU Model Configuration.

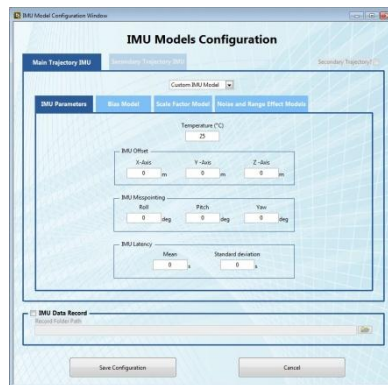


Рисунок 2.70: Конфигурирование модели IMU - интерфейс пользователя

Этот интерфейс состоит из конфигурационных параметров для каждого IMU (основной и вторичной траекторий). Доступные для конфигурации параметры описаны далее.

Пользовательская модель IMU (Custom IMU Model)

Настройка модели IMU разделена на четыре закладки:

IMU Parameters Эта закладка содержит общие параметры IMU

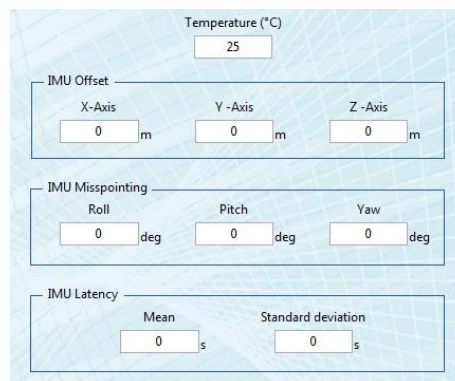


Рисунок 2.71: Конфигурирование модели IMU - параметры IMU

Могут быть сконфигурированы следующие параметры:

- Элемент управления IMU temperature: позволяет задавать температуру IMU
- Элементы управления IMU Offset: позволяет выбирать IMU вне оми центре тяжести мобильного устройства.
- Элемент управления IMU Misspointing: позволяет определять углы наведения IMU (misspointing) в локальном фрейме.
- Элементы управления IMU Latency: добавляют задержку к выходным параметрам модели IMU, определяемым средним значением и среднеквадратичным отклонением.

Воспроизведение модели IMU (Playback IMU Model)

Необходимо задать путь для воспроизведения модели IMU.

2.6 Интерфейс конфигурирования оборудования IMU (IMU Hardware Configuration User Interface)

Этот интерфейс позволяет сконфигурировать оборудование IMU. Доступ к нему осуществляется из главного интерфейса пользователя щелчком по кнопке IMU Hardware Configuration.

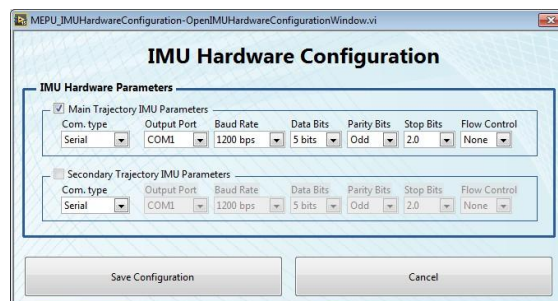


Рисунок 2.72: Конфигурирование оборудования IMU - интерфейс пользователя

Для каждого IMU (основной и вторичной траекторий) имеется доступ к режиму передачи. Доступны два режима передачи, описанные ниже.

- Serial Configuration: при последовательной передаче могут быть сконфигурированы следующие параметры:
 - Output Port (Выходной порт)
 - Baud Rate (Скорость передачи)
 - Data Bits (Биты данных)
 - Parity Bits (Биты паритета)
 - Stop Bits (Стоп-биты)
 - Flow Control (Управление потоком)



Рисунок 2.73: Конфигурирование оборудования IMU - настройка последовательного порта
Serial Configuration: при передаче TCP необходимо указать IP-адрес и порт TCP.

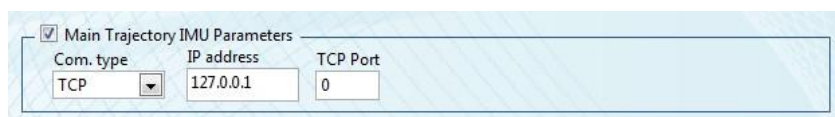


Рисунок 2.74: Конфигурирование оборудования IMU - настройка TCP

Две нижние кнопки выполняют следующие функции:

- Кнопка Save Configuration: сохраняет созданную конфигурацию оборудования IMU и возвращает в главное окно программы.
- Кнопка Cancel: отменяет изменения оборудования IMU, произведенные после открытия интерфейса конфигурирования, и возвращает в главное окно программы.

Глава 3

Описание системы

3.1 Обзор программного обеспечения

Режимы программы StellaNGC

- IDLE: движок GNSS запущен и ожидает инструкций
- Configuration Running: выполняется конфигурирование
- Simulation Armed: симуляция проверена и движок ожидает команды запуска
- Loading Simulation: движок загружает симуляцию
- Simulation Running: движок выполняет симуляцию
- Finishing Simulation: движок завершил симуляцию и ожидает инструкции останова

Расширенное конфигурирование системы

Игнорирование ресурса

В случае использования шасси с несколькими приложениями StellaNGC может быть сконфигурирована на игнорирование ресурсов RIO. Эта функция может быть полезна, например, если другое приложение использует выделенные ресурсы RIO с теми же ссылками, которые нужны StellaNGC.

Для игнорирования ресурса RIO перейдите в папку установки StellaNGC, подпапку data и создайте файл под названием StellaNGCConfig.ini следующего формата:

```
[Ignored_Ressources]
Hardware1 = RIOX
Hardware2 = RIOX
```

где RIOX - RIO ID игнорируемого ресурса (ID доступен через NI-MAX).

Выбор режима отображения карты

Отображение карты (Map Display) может быть сконфигурировано на данные с онлайн-карты или на ранее загруженные данные оффлайн. Для выбора режима отображения карты перейдите в папку установки StellaNGC, подпапку data и создайте/отредактируйте следующий раздел файла StellaNGCConfig.ini:

```
[MapDisplay]
'' Mode = Online '' или '' Mode = Offline ''
```

Параметры выполнения приложения

Несколько параметров, описанных ниже, могут быть сконфигурированы с помощью файла AppDynamic-Config.ini, доступ к которому осуществляется с помощью команды %USERPROFILE% в проводнике Windows и перехода к \AppData\Local\StellaNGC-Simulator *Configure API TCP Port* (Настройка порта TCP API). Параметр может быть настроен путем изменения соответствующей строки файла необходимым входным портом API: *TCPPort = "4006" Configure Auto-Relaunch Mode* (Настройка режима автоперезапуска). Этот параметр может быть настроен путем изменений соответствующей строки файла значением необходимого режима (1, если активирован): *AutoRelaunch = "0"*. В этом режиме StellaNGC будет запускаться каждый раз после останова (полезно для встраиваемых приложений, удаленного доступа).

3.2 Обзор моделей траекторий

Модели траекторий

В движке симулятора StellaNGC возможно сконфигурировать траекторию *мобильного устройства* в одном из следующих режимов:

- Геодезические параметры (Geodetic)
- Круговые параметры (Circular)
- Загрузка из файла NMEA
- Загрузка из файла KML
- Загрузка из файла XYZ
- Замкнутый контур (с потоком входных данных)
- Загрузка из файла Playback

Каждый из этих режимов описан ниже, а некоторая дополнительная информация по их конфигурированию приведена в разделе ??.

Генерация геодезической траектории

Для генерации геодезической траектории используются следующие параметры, предоставляемые пользователем:

- Начальное положение мобильного устройства:
 - Широта (градусы) (Latitude)
 - Долгота (градусы) (Longitude)
 - Высота (метры) (Altitude)
- Скорость мобильного устройства в системе координат мобильного устройства
 - Север (км/ч) (North)
 - Восток (км/ч) (East)
 - Вверх (км/ч) (Up)
- Ускорение мобильного устройства в системе координат мобильного устройства
 - Север (км/ч/с) (North)
 - Восток (км/ч/с) (East)
 - Вверх (км/ч/с) (Up)

Для расчета изменения положения мобильного устройства во времени сначала скорости по координатам Восток и Север преобразуются в скорости по широте и долготе. Ускорения по востоку и Северу преобразуются в ускорения по широте и долготе, после чего траектория вычисляется следующим образом:

$$\begin{cases} \text{Latitude}(t) = \text{Lat}_0 + (t - t_0) * \text{Lat}_{\text{velocity}} + (t - t_0)^2 * \text{Lat}_{\text{acceleration}} \\ \text{Longitude}(t) = \text{Lon}_0 + (t - t_0) * \text{Lon}_{\text{velocity}} + (t - t_0)^2 * \text{Lon}_{\text{acceleration}} \\ \text{Altitude}(t) = \text{Alt}_0 + (t - t_0) * \text{Alt}_{\text{velocity}} + (t - t_0)^2 * \text{Alt}_{\text{acceleration}} \end{cases}$$

Генерация круговой траектории

Для конфигурирования генерации круговой траектории пользователь должен предоставить следующие входные параметры:

- Центральная точка, широта (градусы), долгота (градусы), высота (метры) (Center point: *Lat, Lon, Alt*)
- Радиус окружности R (метры) (Circle radius: *R*)
- Период вращения: T (секунды) (Rotation period: *T*)
- Аргумент начального положения: Θ_0 (градусы) (Start position argument: Θ_0)
- Направление вращения: d, где "-1" - по часовой стрелке, и "+1" против часовой стрелки (Rotation direction: *d*)

Для вычисления траектории используются следующие два шага:

- Положение на окружности в системе координат ENU (Восток/Север/Верх) рассчитывается по следующей формуле:

$$\begin{cases} Up &= 0 \\ East &= R \times \cos(d \cdot \frac{2\pi t}{T} + \Theta_0) \\ North &= R \times \sin(d \cdot \frac{2\pi t}{T} + \Theta_0) \end{cases}$$

- Преобразование из системы ENU в систему декартовых координат, геоцентрически связанную с землей (ECEF) выполняется с использованием в качестве опорной центральную точку траектории в системе координат ENU.

Примечание: Для круговых траекторий большого диаметра возвышение может содержать погрешность, поскольку траектория рассчитывается в системе координат ENU (на плоскости север-восток).

Генерация траектории NMEA

Для траекторий, основанных на входных файлах NMEA, положение мобильного устройства рассчитывается только на основании фреймов GPGLL в предоставленном пользователем файле NMEA. В этих фреймах используются следующие элементы:

- Метка времени (Timestamp)
- Широта (Latitude)
- Долгота (Longitude)
- Высота (Altitude)

Временная метка в первом фрейме GPGLL входного файла NMEA считается привязкой ко времени для всех прочих извлеченных точек. Первый фрейм используется для генерации первой точки траектории. Все последующие точки рассчитываются с помощью линейной интерполяции в системе координат LLA (широта-долгота-высота).

Генерация траектории KML

Для траекторий на основе KML траектория мобильного устройства рассчитывается с использованием положений, извлеченных из предоставленного пользователем файла KML. Фреймы KML содержат следующую информацию: Широта (Latitude), долгота (Longitude) и высота (Altitude) каждой точки.

В этом режиме пользователь также задает желаемую скорость мобильного устройства. Точки траектории рассчитываются по этой информации с помощью линейной интерполяции в системе координат LLA, чтобы они удовлетворяли как траектории, так и заданной скорости.

Генерация траектории из файла XYZ

Режим генерации траектории XYZ использует положения, предоставленные пользовательским файлом XYZ. Формат файла следующий: каждая строка определяет точку мобильного устройства и содержит метку времени и координаты X, Y, Z, разделенные точкой с запятой.

Примечание: Первая метка времени не должна равняться 0, поскольку все метки времени берутся относительно первой, но все значение времени всех последующих меток должно увеличиваться.

Генерация траектории с замкнутым контуром

Модель генерации траектории с замкнутым контуром использует команды, полученные через интерфейс TCP. Когда получен фрейм первой команды, информация из него используется для инициализации положения и высоты мобильного устройства. Обратите внимание, что метка времени первого фрейма должна быть равна нулю, и должны быть заданы все координаты положения. Каждый следующий принимаемый фрейм должен сохраняться в порядке их применения, соответственно содержащимся во фреймах временным меткам.

Для каждой новой полученной точки траектории выполняются следующие вычисления:

- Дельта времени dt вычисляется как:

$$dt = \text{время текущей точки} - \text{время предыдущей точки}$$

(где $dt = 0$ для первой точки)

- Параметры эволюции получают следующим образом:

$$- X = X_0 + V_{x_0} \cdot dt + \frac{1}{2} A_{x_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6} J_{x_0} \cdot dt^3$$

$$- Y = Y_0 + V_{y_0} \cdot dt + \frac{1}{2} A_{y_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6} J_{y_0} \cdot dt^3$$

$$- Z = Z_0 + V_{z_0} \cdot dt + \frac{1}{2} A_{z_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6} J_{z_0} \cdot dt^3$$

$$- V_x = V_{x_0} + A_{x_0} \cdot dt + \frac{1}{2} J_{x_0} \cdot dt^2$$

$$- V_y = V_{y_0} + A_{y_0} \cdot dt + \frac{1}{2} J_{y_0} \cdot dt^2$$

$$- V_z = V_{z_0} + A_{z_0} \cdot dt + \frac{1}{2} J_{z_0} \cdot dt^2$$

$$- A_x = A_{x_0} + J_{x_0} \cdot dt$$

$$- A_y = A_{y_0} + J_{y_0} \cdot dt$$

$$- A_z = A_{z_0} + J_{z_0} \cdot dt$$

- Параметры обновляются с помощью информации в полученных фреймах:

Последний полученный фрейм анализируется: если его метка времени меньше или равна текущему времени симуляции, вновь полученные параметры фрейма используются для обновления текущих локальных параметров. Далее движок симуляции StellaNGC обрабатывает следующий полученный фрейм и повторяет ту же операцию.

Режим пространственного положения

Движок симуляции StellaNGC обрабатывает несколько моделей пространственного положения. Эта гибкость позволяет выбирать точность эволюции пространственного положения мобильного устройства в ходе симуляции. Относительно выбранной конфигурации антенны, это может быть интересно, поскольку на видимость спутника GNSS могут повлиять разные участки неба, которые будут видны в разное время в процессе симуляции.

Автоматическое задание пространственного положения

Режим автоматического задания пространственного положения выбирается, когда пользователь хочет, чтобы движок симуляции StellaNGC вычислял пространственное положение мобильного устройства относительно его траектории. В этом режиме локальная координатная ось X мобильного устройства выравнивается с вектором скорости. Ось Z мобильного устройства указывает вверх в локальной системе координат ENU. Ось Y завершает триаду.

Параметрическое задание пространственного положения

Модель параметрического определения пространственного положения задается следующими входными параметрами:

- Положение: крен, тангаж, рысканье (Position: roll, pitch, yaw)
- Скорость: крен, тангаж, рысканье (Velocity: roll, pitch, yaw)

- Ускорение: крен, тангаж, рысканье (Velocity: roll, pitch, yaw)
- Система координат для задания пространственного положения мобильного устройства определяется перечислительным способом (**enum**):
 - 0: ENU (Восток/Север/Верх)
 - 1: NED (Север/Восток/Низ)
 - 2: ECI (Геоцентрическая инерциальная система координат)
 - 3: Orbital – орбитальная – ось X мобильного устройства выравнивается с его вектором скорости, ось Z указывает в центр Земли, ось Y завершает триаду векторов.
 - 4: Ground Course – основная – ось X мобильного устройства выравнивается с его вектором скорости, ось Z указывает вверх, ось Y завершает триаду векторов.

Для вычисления пространственного положения выполняются два шага:

- Вычисления крена, тангажа и рысканья выполняются в сконфигурированной системе координат согласно следующим уравнениям:

$$\begin{cases} Roll = Roll_0 + (t - t_0) \cdot V_{Roll} + (t - t_0)^2 \cdot A_{Roll} \\ Pitch = Pitch_0 + (t - t_0) \cdot V_{Pitch} + (t - t_0)^2 \cdot A_{Pitch} \\ Yaw = Yaw_0 + (t - t_0) \cdot V_{Yaw} + (t - t_0)^2 \cdot A_{Yaw} \end{cases}$$

- Далее выполняется преобразование из сконфигурированной системы координат в финальную систему координат ENU.

Пространственное положение из файла

Эта модель вычисляет пространственное положение мобильного устройства, используя заданный пользователем файл амплитуды. Формат файла следующий: точка определяется строкой файла, содержащей временную метку и значения крена, тангажа и рысканья, разделенные точкой с запятой.

Примечание: Первая метка времени не должна равняться 0, поскольку все метки времени берутся относительно первой, но их значения должны увеличиваться.

Пространственное положение с ориентацией на Землю (Earth Pointing Attitude)

При использовании этой модели ось X указывает на центр Земли, ось Y - на север, и ось Z завершает триаду векторов.

Пространственное положение с ориентацией от Земли (Anti-Earth Pointing Attitude)

Эта модель противоположна модели Earth Pointing. При использовании этой модели ось X указывает в зенит, ось Y - на север, и ось Z завершает триаду векторов.

Пространственное положение с ориентацией на Солнце (Sun Pointing Attitude)

В таком режиме ось X указывает на солнце.

Пространственное положение в замкнутом контуре (Closed-Loop Attitude)

Модель генерации траектории с замкнутым контуром использует команды пространственного положения, полученные через интерфейс TCP (см. Closed-Loop Trajectory ICD). Этот режим может использоваться только в режиме траектории с замкнутым контуром.

В этом режиме каждый полученный фрейм сохраняется в том порядке, в котором был получен, и применяется с временем симуляции, определенном во фрейме.

Перед применением каждой новой информации о пространственном положении выполняются следующие вычисления:

- Дельта времени dt вычисляется как:

$$dt = \text{время текущей точки} - \text{время предыдущей точки}$$

(где $dt = 0$ для первой точки)

- Параметры эволюции получают следующим образом:

$$- X = X_0 + V_{x_0} \cdot dt + \frac{1}{2}A_{x_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6}J_{x_0} \cdot dt^3$$

$$- Y = Y_0 + V_{y_0} \cdot dt + \frac{1}{2}A_{y_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6}J_{y_0} \cdot dt^3$$

$$- Z = Z_0 + V_{z_0} \cdot dt + \frac{1}{2}A_{z_0} \cdot dt^2 + \frac{1}{6}J_{z_0} \cdot dt^3$$

$$- V_x = V_{x_0} + A_{x_0} \cdot dt + \frac{1}{2}J_{x_0} \cdot dt^2$$

$$- V_y = V_{y_0} + A_{y_0} \cdot dt + \frac{1}{2}J_{y_0} \cdot dt^2$$

$$- V_z = V_{z_0} + A_{z_0} \cdot dt + \frac{1}{2}J_{z_0} \cdot dt^2$$

$$- Ax = Ax_0 + J_{x_0} \cdot dt$$

$$- Ay = Ay_0 + J_{y_0} \cdot dt$$

$$- Az = Az_0 + J_{z_0} \cdot dt$$

- Информация о пространственном положении обновляется с использованием информации из полученных фреймов. Каждый новый входящий фрейм анализируется. Для всех временных меток, которые относятся к будущему относительно времени симуляции, информация о пространственном положении применяется сразу же, соответствующим образом обновляется и выходной сигнал.

Системы	Носитель	Сигнал	Уровень RF StellaNGC (дБм)	Уровни мощности ICD (дБВт)
GPS	L1	L1 C/A	-61,5	-161,5
		L1C	-58,5	-158,5
		L1CP	-57,0	-157,0
		L1CD	-58,3	-158,3
		L1CD	-63,0	-163,0
	L2	L2 P(Y)	-61,5	-161,5
		L2 C	-58,5	-158,5
L5	L5	-56,5	-156,5	
Galileo	E5	E5a (суммарно I+Q) (I/Q доля мощности 50%)	-55,0	-155,0
		E5b (суммарно I+Q) (I/Q доля мощности 50%)	-55,0	-155,0
	E6	E6-B/C (суммарно B+C) (E6-B/E6-C доля мощности 50%)	-55,0	-155,0
	E1	E1 OS/SoL (суммарно B+C) (E1-B/E1-C доля мощности 50%)	-55,0	-155,0
GLONASS	G1	Поддиапазон G1	-61,0	-161,0
BeiDou	B1	B1 - канал I	-63,0	-163,0
QZSS	L1	L1 C/A	-58,5	-158,5
SBAS	S1	SBAS	-61,0	-161,0

Таблица 3.1: Уровень мощности ICD GNSS

(ICD (Interface Control Document) - интерфейсный контрольный документ сигналов GPS)

3.3 Обзор моделей GNSS

Уровень мощности сигнала

Симулятор GNSS StellaNGC предназначен для генерации RF сигналов космических летательных аппаратов с очень низкими уровнями мощности. Опорные уровни ICD для каждого сигнала приведены ниже:

Для увеличения разрешения сигнала и отношения сигнал-шум, StellaNGC генерирует сигнал с усилением 70дБ (100 дБ для устройств USRP-RIO). Это значение может быть изменено в папке User Data и файле UserConfig.ini Для каждого типа аппаратного целевого устройства в разделе Power (мощность) есть 3 параметра:

- Минимальный линейный диапазон уровня мощности (в дБм)
- Максимальный линейный диапазон уровня мощности (в дБм)
- Внешнее ослабление (в дБ): 70 или 100 по умолчанию

Орбиты спутников

Для определения положения космического летательного аппарата (КЛА) в StellaNGC могут быть использованы несколько типов входных файлов. Во всех случаях, кроме сценария RINEX+SP3 положения моделируемых КЛА и передаваемые ими позиции всегда соответствуют теоретическим положениям КЛА, независимо от смещения или дрейфа. Это соответствие - ключевой момент, обеспечивающий точную симуляцию. Ниже приведена схема альманаха относительно алгоритма распространения эфемерид. Еще раз, отличия от теоретических значений не влияет на точность симуляции, поскольку одни и те же положения КЛА и симулируются, и передаются (в навигационных сообщениях).

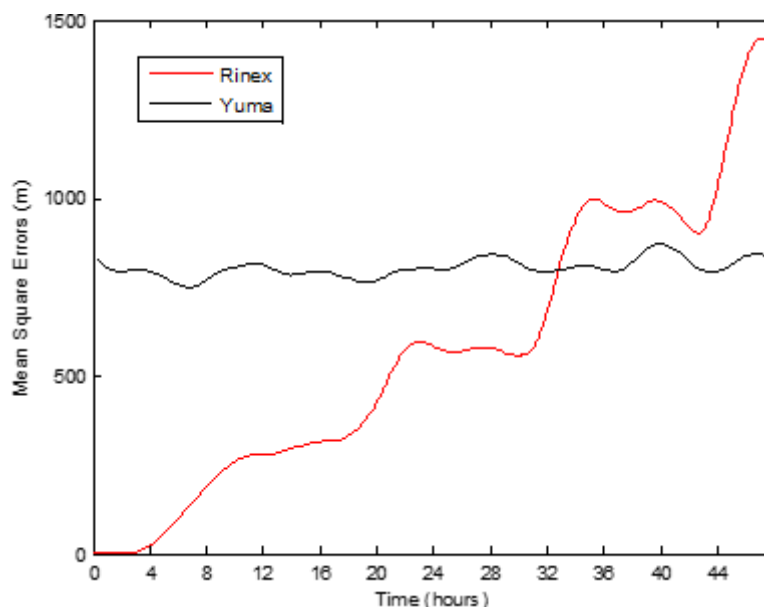


Рисунок 3.1: Среднеквадратичная погрешность распространения RINEX и YUMA

Варианты YUMA / AGL

В случаях Yuma и AGL, программное обеспечение распространяет альманахи от текущей даты до симулированной (вперед или назад). В близком временном интервале (днях) даты альманаха моделируемые положения КЛА будут иметь смещение относительно реальности около 800 метров, и дрейф будет очень медленным по сравнению со смещением. Однако если дата симуляции далеко от даты альманаха, распространение приведет к большому смещению. Например, 2-месячное распространение приведет к смещению примерно 1000 км относительно теоретического значения.

Годичное распространение приведет к разнице с теорией в 10 000 км. Даже если навигационное сообщение непротиворечиво, большинство приемников не смогут обработать эту необычную ситуацию, чтобы обеспечить сходимость вычислений PVT (Положение-Скорость-Время).

Вариант RINEX

Варианты GPS, Galileo, Beidou и QZSS: В этом случае группировки RINEX предоставляет кеплеровские параметры. Эти параметры позволяют рассчитать орбиты КЛА в любое время. Поэтому для любого КЛА первый пакет, найденный в файле RINEX, будет использован и затем распространен для определения положения КЛА во время симуляции. Другим вариантом было бы использовать каждый пакет RINEX для обновления положения КЛА. Этот вариант привел бы к разрывам в положении КЛА, как показано ниже. Такое поведение неприемлемо с точки зрения приемника. Для примера, при каждом обновлении пакета RINEX (2 часа для GPS) на приемнике будет появляться кратковременная ошибка псевдодиапазона, приводят к неточностям PVT.

Варианты GLONASS и SBAS: GLONASS и SBAS RINEX предоставляют непосредственно положения КЛА и их производные (полином второго порядка). Это уже является аппроксимацией, так как описывается параболическая траектория вместо эллипсоида. Это приводит к генерации прерывистой траектории. На рисунке ниже показаны разрывы, наблюдаемые для КЛА GLONASS (пакет RINEX обновляется каждые 30 минут).

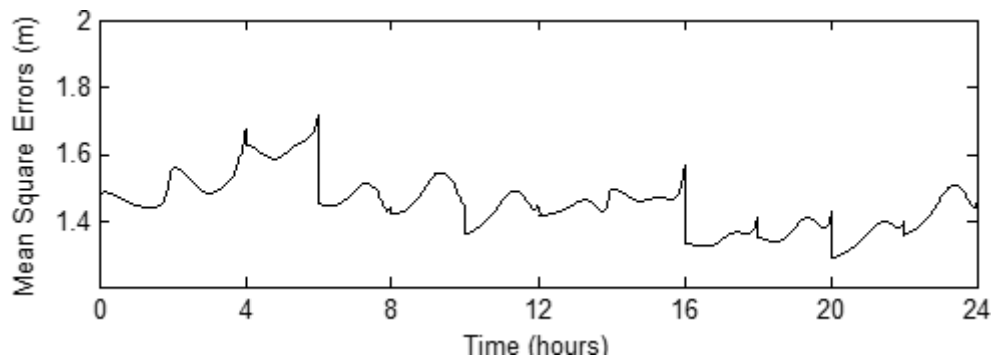


Рисунок 3.2: Разрывы в положении КЛА при обновлении с использованием всех пакетов RINEX

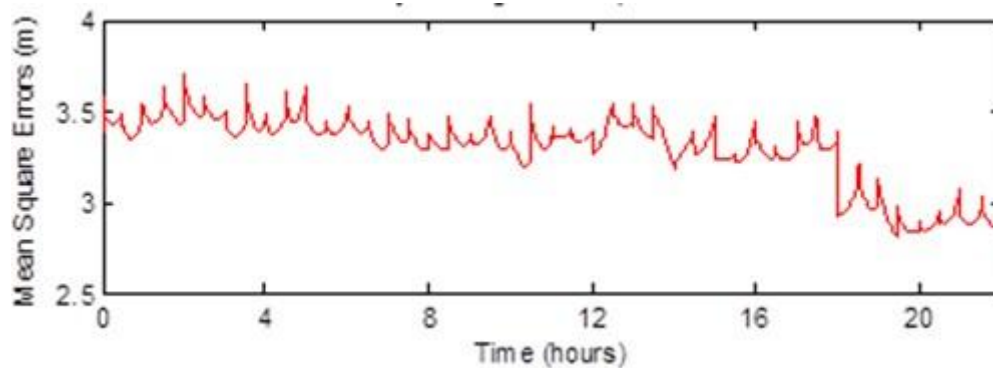


Рисунок 3.3: Разрывы в положении КЛА GLO/SBAS при обновлении с использованием всех пакетов RINEX

3.4 Обзор оборудования

Система может быть реализована в двух разных конфигурациях оборудования: либо на модулях PXI, либо на платформе USRP-RIO.

Конфигурация PXI

Питание шасси включается нажатием кнопки ONOFF, расположенной в левом нижнем углу передней панели шасси. Выключение питания системы, которая работает под управлением MS Windows 7, выполняется классическим образом - из меню Пуск щелчком по кнопке "Завершение работы".

Конфигурация USRP

Для использования конфигурации USRP, USRP должно быть подключено к компьютеру - либо к классическому ПК, либо к контроллеру PXIe (например, NI-8135). Используется связь MXI x4.



Рисунок 3.4: Подключение USRP-RIO к StellaNGC

USRP должно быть включено (кнопка питания в правом углу) до включения хост-компьютера. После включения USRP-RIO можно включать хост-компьютер.

Рекомендации по подключению RF

Соображения по поводу блока RF

StellaNGC содержит блок RF, предназначенный для генерации сигнала GNSS. Чтобы получить RF диапазон GNSS используется локальный осциллятор, который добавляет несущую RF-частоту. Недостатком локального осциллятора является генерация побочной незатухающей гармоники с частотой несущей.

Список рисунков

Рисунок 2.1: Главное окно интерфейса пользователя.....	5
Рисунок 2.2: Главное окно интерфейса пользователя - заголовок	5
Рисунок 2.3: Главное окно интерфейса пользователя - раздел задания временных параметров	6
Рисунок 2.4: Главное окно интерфейса пользователя - раздел настройки параметров симуляции	6
Рисунок 2.5: Главное окно интерфейса пользователя – конфигурирование режима запуска	7
Рисунок 2.6: Главное окно интерфейса пользователя - кнопки конфигурирования режима запуска..	7
Рисунок 2.7: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг времени.....	7
Рисунок 2.8: Главное окно интерфейса пользователя - всплывающее окно Time Monitoring.....	8
Рисунок 2.9: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг траектории.....	8
Рисунок 2.10: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг карты траектории	9
Рисунок 2.11: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг пространственного положения траектории.....	9
Рисунок 2.12: Главное окно интерфейса пользователя - управление высотой траектории	10
Рисунок 2.13: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг GNSS	10
Рисунок 2.14: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг модели GNSS	10
Рисунок 2.15: Главное окно интерфейса пользователя - управление моделью GNSS	11
Рисунок 2.16: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг IMU	12
Рисунок 2.17: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг модели IMU.....	12
Рисунок 2.18: Главное окно интерфейса пользователя - управление моделью IMU.....	13
Рисунок 2.19: Главное окно интерфейса пользователя - мониторинг спектра.....	13
Рисунок 2.20: Главное окно интерфейса пользователя - журнал событий	13
Рисунок 2.21: Главное окно интерфейса пользователя - нижний колонтитул	14
Рисунок 2.22: Главное окно интерфейса пользователя - версия.....	14
Рисунок 2.23: Окно конфигурирования траектории	14
Рисунок 2.24: Конфигурирование траектории - параметры траектории геодезического типа.....	15
Рисунок 2.25: Конфигурирование траектории - параметры траектории кругового типа	15
Рисунок 2.26: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа KML	15
Рисунок 2.27: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа NMEA	16
Рисунок 2.28: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа XYZ.....	16
Рисунок 2.29: Конфигурирование траектории - параметры траектории кеплеровского типа	16
Рисунок 2.30: Конфигурирование траектории - объяснение кеплеровских элементов.....	16
Рисунок 2.31: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа XYZ.....	17
Рисунок 2.32: Конфигурирование траектории - параметры траектории типа Playback	17
Рисунок 2.33: Конфигурирование траектории - параметры параметрического пространственного положения	17
Рисунок 2.34: Конфигурирование траектории - параметры типа Attitude File.....	18
Рисунок 2.35: Интерфейс конфигурирования моделей GNSS	18
Рисунок 2.36: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS	19
Рисунок 2.37: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS Payload	19
Рисунок 2.38: Конфигурирование моделей GNSS - инфраструктура GNSS. Антенна	20
Рисунок 2.39: Конфигурирование моделей GNSS - редактирование антенны Tx	20
Рисунок 2.40: Конфигурирование моделей GNSS - наземный сегмент инфраструктуры GNSS	20
Рисунок 2.41: Конфигурирование моделей GNSS - орбиты наземного сегмента.....	21
Рисунок 2.42: Конфигурирование моделей GNSS – датчики времени наземного сегмента.....	21

Рисунок 2.43: Конфигурирование моделей GNSS - ионосфера наземного сегмента	21
Рисунок 2.44: Конфигурирование моделей GNSS - другие параметры наземного сегмента	22
Рисунок 2.45: Конфигурирование моделей GNSS - атмосферные возмущения.	22
Рисунок 2.46: Конфигурирование моделей GNSS - модель Клобухара.....	22
Рисунок 2.48: Конфигурирование моделей GNSS - модель NeQuick.....	23
Рисунок 2.49: Конфигурирование моделей GNSS - модель Ionex.....	23
Рисунок 2.50: Конфигурирование моделей GNSS - модель файла данных ионосферы.....	23
Рисунок 2.51: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель ионосферы.....	23
Рисунок 2.52: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель тропосферы	24
Рисунок 2.54: Конфигурирование моделей GNSS - статистическая модель тропосферы	24
Рисунок 2.55: Конфигурирование моделей GNSS - модель возмущений мультипутности.....	24
Рисунок 2.56: Конфигурирование моделей GNSS – горизонтальное маскирование по высоте	25
Рисунок 2.57: Конфигурирование моделей GNSS - маскирование по высоте в зависимости от азимута	25
Рисунок 2.58: Конфигурирование моделей GNSS - сценарий по времени маскирования по высоте	25
Рисунок 2.59: Конфигурирование моделей GNSS - локальные модели.....	26
Рисунок 2.60: Конфигурирование моделей GNSS - антенна мобильного устройства.....	26
Рисунок 2.61: Конфигурирование моделей GNSS - создание антенны мобильного устройства.....	26
Рисунок 2.62: Конфигурирование моделей GNSS - редактирование антенны мобильного устройства.....	27
Рисунок 2.63: Конфигурирование моделей GNSS - экранирование мобильного устройства.....	27
Рисунок 2.64: Конфигурирование моделей GNSS - маскирование Землей по высоте	27
Рисунок 2.65 Конфигурирование моделей GNSS - экранирование Землей по высоте с учетом азимута	28
Рисунок 2.66: Конфигурирование оборудования GNSS - интерфейс пользователя.....	28
Рисунок 2.67: Конфигурирование оборудования GNSS - выбор сигнала синхронизации.....	29
Рисунок 2.68: Конфигурирование оборудования GNSS - настройка канала.....	29
Рисунок 2.69: Конфигурирование оборудования GNSS - Параметры PPS.....	29
Рисунок 2.70: Конфигурирование модели IMU - интерфейс пользователя.....	30
Рисунок 2.71: Конфигурирование модели IMU - параметры IMU	30
Рисунок 2.72: Конфигурирование оборудования IMU - интерфейс пользователя	31
Рисунок 2.73: Конфигурирование оборудования IMU - настройка последовательного порта.....	31
Рисунок 2.74: Конфигурирование оборудования IMU - настройка TCP	31
Рисунок 3.1: Среднеквадратичная погрешность распространения RINEX и YUMA.....	38
Рисунок 3.3: Разрывы в положении КЛА GLO/SBAS при обновлении с использованием всех пакетов RINEX.....	39
Рисунок 3.4: Подключение USRP-RIO к StellaNGC.....	40

Список таблиц

Таблица 2.1: Главное окно интерфейса пользователя - таблица необработанных данных GNSS	11
Таблица 3.1: Уровень мощности ICD GNSS	37