# 1) Выбор параметров симуляции

1. Симуляция GPS данных или загрузка заранее записанных значений
2. Симуляция показаний IMU: ADIS16405, – или загрузка заранее записанных значений
3. Выполнить интеграцию INS/GPS для IMU: ADIS16405, – или загрузка заранее записанных значений
4. Вывод графиков или нет

# 2) Задание констант

1. Гравитационная постоянная – G
2. Перевод G в м/с^2 – G2MSS
3. Перевод м/с^2 в G – MSS2G
4. Перевод градусов в радианы – D2R
5. Перевод радианов в градусы – R2D
6. Перевод узлов в м/с – KT2MS
7. Перевод м/с в узлы – MS2KMH

# 3) Загрузка эталонных данных из генератора траектории

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Переменная | Размерность ячеек | Описание |
| t | Nx1 | time vector (seconds) |
| lat | Nx1 | latitude (radians) |
| lon | Nx1 | longitude (radians) |
| h | Nx1 | altitude (m) |
| vel | Nx3 | North-East-Down velocities (m/s) |
| roll | Nx1 | roll angles (radians) |
| pitch | Nx1 | pitch angles (radians) |
| yaw | Nx1 | yaw angle vector (radians) |
| kn | 1x1 | number of elements of ref time vector |
| DCMnb | Nx9 | Direct Cosine Matrix nav-to-body. Each row contains the elements of one DCM matrix ordered by columns as [a11 a21 a31 a12 a22 a32 a13 a23 a33] |
| Freq | 1x1 | sampling frequency (Hz) |

# 4) Загрузка профиля ошибок IMU: ADIS16405

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Переменная | Размерность ячеек | Описание |
| t | Ix1 | time vector (seconds) |
| fb | Ix1 | accelerations vector in body frame XYZ (m/s^2) |
| wb | Ix1 | turn rates vector in body frame XYZ (radians/s) |
| arw | 1x3 | angle random walks (rad/s/root-Hz) |
| arrw | 1x3 | angle rate random walks (rad/s^2/root-Hz) |
| vrw | 1x3 | velocity random walks (m/s^2/root-Hz) |
| vrrw | 1x3 | velocity rate random walks (m/s^3/root-Hz) |
| gb\_std | 1x3 | gyros standard deviations (radians/s) |
| ab\_std | 1x3 | accrs standard deviations (m/s^2) |
| gb\_fix | 1x3 | gyros static biases or turn-on biases (radians/s) |
| ab\_fix | 1x3 | accrs static biases or turn-on biases (m/s^2) |
| gb\_drift | 1x3 | gyros dynamic biases or bias instabilities (radians/s) |
| ab\_drift | 1x3 | accrs dynamic biases or bias instabilities (m/s^2) |
| gb\_corr | 1x3 | gyros correlation times (seconds) |
| ab\_corr | 1x3 | accrs correlation times (seconds) |
| gb\_psd | 1x3 | gyros dynamic biases PSD (rad/s/root-Hz) |
| ab\_psd | 1x3 | accrs dynamic biases PSD (m/s^2/root-Hz) |
| freq | 1x1 | sampling frequency (Hz) |
| ini\_align | 1x3 | initial attitude at t(1), [roll pitch yaw] (rad) |
| ini\_align\_err | 1x3 | initial attitude errors at t(1), [roll pitch yaw] (rad) |

1. Задание параметров IMU: ADIS16405
2. Задание шага времени
3. Коррекция единиц профиля ошибок в систему СИ – imu\_si\_errors
4. Задание «Initial attitude align errors» матрицы P фильтра Калмана, [roll pitch yaw] (radians)
5. Задание «Initial attitude align» в момент t(1) (radians)

# 5) Задание профиля ошибок GPS

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Переменная | Размерность ячеек | Описание |
| t | Mx1 | time vector (seconds) |
| lat | Mx1 | latitude (radians) |
| lon | Mx1 | longitude (radians) |
| h | Mx1 | altitude (m) |
| vel | Mx3 | NED velocities (m/s) |
| std | 1x3 | position standard deviations, [lat lon h] (rad, rad, m) |
| stdm | 1x3 | position standard deviations, [lat lon h] (m, m, m) |
| stdv | 1x3 | velocity standard deviations, [Vn Ve Vd] (m/s) |
| larm | 3x1 | lever arm (x-right, y-fwd, z-down) (m) |
| freq | 1x1 | sampling frequency (Hz) |

Задание стандартных отклонений позиций GPS, [lat lon h] (meters)

1. Задание стандартных отклонений скоростей GPS, [Vn Ve Vd] (meters/s)
2. GPS lever arm from IMU to GPS, X-fwd, Y-right, Z-down (meters)
3. Задание частоты работы GPS, Hz

# 6) Симуляция работы GPS

Если установлен флаг GPS\_DATA, то:

1. Преобразование единиц измерения GPS-датчиком в систему СИ – gps\_err\_profile
2. Создание набора данных GPS из эталонного набора данных – gps\_gen
3. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

# 7) Симуляция работы IMU

Если установлен флаг IMU\_DATA, то:

1. Симуляция показания акселерометра по эталонным данным и профилю ошибок IMU – acc\_gen
2. Симуляция показания гироскопа по эталонным данным и профилю ошибок IMU – gyro\_gen
3. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

# 8) Интеграция INS/GPS с использованием IMU

Если установлен флаг IMU\_INS, то:

1. Прогон данных на предмет гарантированного выполнения условия gps.t(1) < IMU.t(1) < gps.t(2)
2. Прогон данных на предмет гарантированного выполнения условия IMU.t(end-1) < gps.t(end) < IMU.t(end)
3. Интеграция IMU и измерений GPS с использованием расширенного фильтра Калмана – ins\_gps
4. Сохранение сгенерированных данных

Иначе – загрузка предварительно сгенерированных данных

# 9) Интерполяция набора данных INS/GPS

1. Интерполяция данных IMU\_e с использованием вектора эталонного времени
2. Интерполяция данных gps с использованием вектора эталонного времени

# 10) Вывод времени сеанса навигации

# 11) Вывод среднеквадратических ошибок (Root Mean Squared Errors – RMSE)

1. между INS/GPS и эталонными данными – print\_rmse
2. между данными чисто GPS и эталонными данными

# 12) Вывод графиков

Если установлен флаг PLOT, то:

1. Траектория движения эталонных данных REF XYZ Longitude [deg.], Latitude [deg.], Altitude [m]
2. Положение ROLL, PITCH и YAW для REF и IMU XY Time [s], [deg]
3. Ошибка положений ROLL, PITCH и YAW для IMU и 3 sigma XY Time [s], [deg]
4. Скорости N, E, D для REF, GPS и IMU XY Time [s], [m/s]
5. Ошибка скоростей N, E, D для GPS, IMU и 3 sigma XY Time [s], [m/s]
6. Позиция LAT, LON, ALT для REF, GPS и IMU XY Time [s], [deg]
7. Ошибка позиций LAT, LON, ALT для GPS, IMU и 3 sigma XY Time [s], [deg]