

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Рассматриваются основные методы решения навигационных задач. Приведен обзор модулей для решения подобной задачи. Сформулирована навигационная задача и приведен алгоритм решения с использованием вышеописанных модулей.

ПОНЯТИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

Навигационной задачей принято называть нахождение пространственно-временных координат потребителя и составляющих вектора его скорости, в совокупности называемых вектором потребителя. В результате решения навигационной задачи в общем случае должны быть найдены пространственные координаты потребителя (x, y, z) , поправка Δt к шкале времени потребителя относительно шкалы времени и составляющие вектора скорости как производные от координат потребителя во времени. Для решения задачи навигации необходимо измерить расстояние от исследуемого объекта до навигационных спутников, координаты которых заранее известны и выбраны в качестве базовых точек. Навигационная задача разделяется на две части: относительно Земли (достаточно точности в несколько метров и десятков метров) и между спутниками. Спутники должны быть выстроены в строго определенном порядке, потому что для решения задач с помощью строя из спутников необходима очень высокая точность (порядка сантиметра или миллиметра).

I. ОБЗОР ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Для повышения точности определения местоположения используются системы дифференциальной коррекции. Такими методами являются RTK (Real Time Kinematic) и PPP (Precise Point Positioning). Использование дифференциальных поправок позволяет повысить точность вплоть до сантиметров.

Real Time Kinematic.

Радиосигнал со спутника при передаче подвергается различным искажениям. Выделяют три основных причины искажения сигнала: атмосферные неоднородности (ионосферные и тропосферные основные из них), помехи от стационарных и подвижных объектов, а также переотражение сигнала или многолучевость. С помощью ГНСС-сигналов можно определить положение приёмника на поверхности Земли с дециметровой точностью. Однако из-за искажений без применения специального оборудования реальная точность позиционирования обычно измеря-

ется в метрах или десятках метров (в зависимости от широты, количества видимых спутников и других условий). Искажения могут быть существенно уменьшены с помощью дополнительной наземной инфраструктуры – систем дифференциальной поправки [1].

Precise Point Positioning.

Принцип работы основан на разности фаз несущих частот L1 и L2 и ЭВИ (эфмеридно-временная информация) таким образом PPP опирается на два общих источника информации: прямые наблюдения и ЭВИ. Метод PPP отличается от относительного метода спутниковых определений тем, что поправки вносятся в параметры орбит и часов, а не в измерения фаз несущих радиосигналов спутников ГНСС. Он схож с абсолютным методом определений [2]. ЭВИ (эфмеридно-временная информация) – информация содержащей поправки к эфемеридам и времени бортовых часов навигационных спутников, вычисляется по результатам спутниковых наблюдений, выполняемых наземными постоянно действующими станциями приема сигналов ГНСС с точно известными координатами.

II. ОБЗОР МОДУЛЕЙ

Перед решением самой навигационной задачи необходимо изучить, как происходит работа с модулями, как их настраивать и конфигурировать в различные режимы работы. Для этого были выбраны два модуля.

NTL103.

В первую очередь необходимо подключить модуль к ПК. Для этого необходимо физически настроить модуль: установить перемычки между соответствующими «пинами». На рисунке 1 изображен модуль после его настройки.

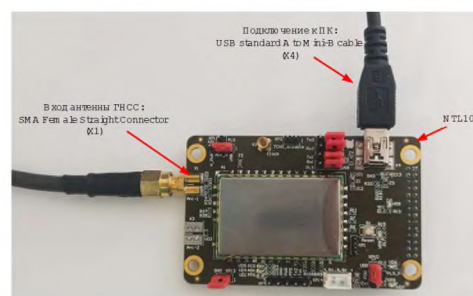


Рис. 1 – Схема подключения NTL103 к ПК

NTL104.

Ключевым отличием NTL104 от NTL103 является наличие микроконтроллера STM32H7. Микроконтроллер позволяет реализовывать методы RTK и PPP, недоступные для модулей без микроконтроллера. Благодаря данному отличию NTL104 – модуль высокоточного позиционирования. На рисунке 2 изображен модуль после его настройки.

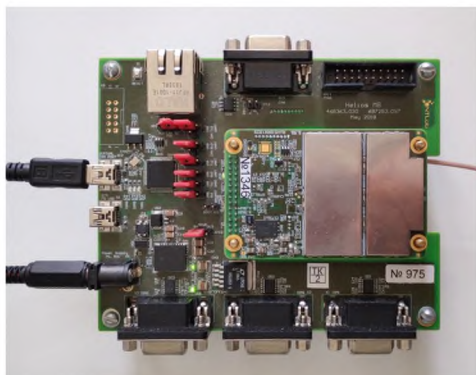


Рис. 2 – Схема подключения NTL104 к ПК

III. ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

Была поставлена задача проверки достоверности заявленных характеристик модуля NTL104. Далее каждый отдельный блок параметров был проверен на соответствие действительности. Визуальная оценка проводилась на основе имеющихся светодиодов на самом модуле. При нарушениях в работе светодиодов есть риск неправильной оценки ситуации с последующими критическими действиями. Была поставлена задача: передать сырые данные с одного модуля на другой для высокоточного решения навигационной задачи (методом RTK). После подключения модуля к ПК необходимо настроить генерацию сырых данных. Для этого используется NTL Browser. Для их дальнейшего использования вторым модулем, нам необходимо настроить передачу сырых данных в одном из приложений RTKlib – STRSVR. Данное приложения позволяет направить сырые данные из одного модуля на вход второго модуля NTL104 путём непосредственной передачи данных на порт-вход [3]. После настройки передачи данных необходимо настроить модуль NTL104 для приёма и обработки этих данных. После сохранения и применения данных настроек на главной странице появятся изменения. Для наглядности, изменения были выделены на рисунке 3.

Долголевец Алексей Васильевич, студент кафедры ИТАС БГУИР, dolgolevets65@gmail.com.

Судаков Богдан Дмитриевич, студент кафедры ИТАС БГУИР, sudakov.bogdan666@gmail.com.

Научный руководитель: Ярмолик Валерий Иванович, ассистент кафедры ИТАС v.jarmolik@bsuir.by.

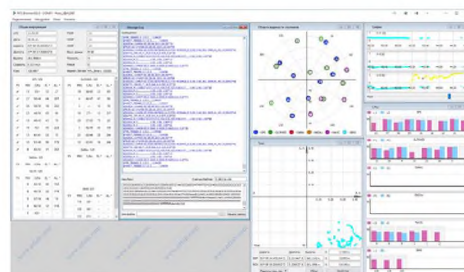


Рис. 3 – Главная страница после настроек

На данном этапе модуль NTL104 начнёт выполнять поставленную навигационную задачу. Для контроля процесса работы NTL103 можно воспользоваться приложением из библиотеки RTKlib – RTKNAVI [4]. Теперь можно открыть файл, который был создан благодаря данному приложению. Получив данный файл, можно сказать, мы решили навигационную задачу. Решением навигационной задачи являются данные о местоположении. Дальнейшая работа с данными зависит непосредственно от пользователей данных модулей.

IV. ВЫВОДЫ

Предлагаемая методика может стать основой для решения навигационных задач разного уровня, примером практического применения вышеописанных модулей и руководством по внедрению данных технологий в организацию, планирующую работу с глобальными навигационными спутниковыми сетями.

1. Матвеев, В. В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В. В. Матвеев, В. Я. Распопов СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2009. – 280 с.
2. Голован, А. А. Математические основы навигационных систем: Математические модели инерциальной навигации / А. А. Голован, Н. А. Парусников – М.: МАКС Пресс, 2011 – 136 с.
3. Степанов, О. А. Навигация и управление движением: Материалы докладов XI конференции молодых ученых «Навигация и управление движением» / О. А. Степанов СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электронприбор», 2009. – 446 с.
4. Степанов, О. А. Навигация и управление движением: Материалы докладов XIII конференции молодых ученых «Навигация и управление движением» / О. А. Степанов СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электронприбор», 2011. – 434 с.