

Министерство образования и науки Российской Федерации

Московский государственный университет
геодезии и картографии

А.О. Куприянов, Д.А. Морозов

**Позиционирование по сигналам глобальных
навигационных спутниковых систем
в относительном режиме**

Москва
2017

Рецензенты:

кандидат экон. наук **А.Н. Прусаков**
(ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»);
кандидат техн. наук **В.И. Суслин** (МИИГАиК)

Составители: А.О. Куприянов, Д.А. Морозов

Позиционирование по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем в относительном режиме: учебно-методическое пособие. –М.: МИИГАиК. 2017. –48 с.

Методические указания написаны в соответствии с утвержденной программой курса «Глобальные навигационные спутниковые системы», рекомендованы кафедрой прикладной геодезии, утверждены к изданию редакционно-издательской комиссией геодезического факультета и РИС МИИГАиК.

Предназначены для оказания помощи студентам, выполняющим практические работы по обработке ГНСС-измерений и содержат все необходимые исходные данные и нормативные требования. Состоят из четырёх разделов. Первый раздел содержит сведения о первичной обработке ГНСС-измерений в программе NovAtel Convert. Второй — сведения об обработке ГНСС-измерений в программном пакете RTKLIB. В третьем разделе показана обработка ГНСС-измерений в программном пакете GNSS Solutions, в четвёртом дано описание практических работ, алгоритм их выполнения и исходные данные. Представленная информация и полученные студентами навыки проектирования являются необходимыми для успешного освоения программы курса.

Для студентов очного отделения специальности «Прикладная геодезия», квалификация — специалист.

Электронная версия методических указаний размещена на сайте библиотеки МИИГАиК <http://library.miiigaik.ru>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Преобразование форматов файлов измерений с помощью программы «NovAtel Convert»	6
1.1. Преобразование файлов в формат ASCII	6
1.2. Преобразование журналов в двоичный формат	7
1.3. Преобразование журналов в формат RINEX	7
1.4. Выбор журналов для преобразования	10
1.5. Выбор периода времени для преобразования	10
1.6. Сжатие Hatanaka	11
1.7. Hatanaka разархивирование	12
2. Обработка ГНСС-измерений с помощью программы RTKPOST	13
2.1. Алгоритм обработки ГНСС-измерений в RTKPOST	13
3. Обработка ГНСС-измерений с помощью программы GNSS Solutions	18
3.1. Загрузка данных базовых станций из сети Интернет	18
3.2. Импортирование данных из файлов	20
3.3. Удаление файла данных из проекта	21
3.4. Обработка данных	22
3.5. Проверка опций обработки	23
3.6. Обработка базовых линий	24
3.7. Уравнивание	25
3.8. Выполнение теста на замкнутость полигона	25
4. Практические работы	26
4.1. Первичная обработка результатов ГНСС-измерений.	26
Практическая работа №1. Преобразование результатов измерений в формат RINEX.	26
Практическая работа №2. Использование данных International GNSS Service (IGS)	28
4.2. Статическое позиционирование.	30

Практическая работа №3. Обработка базовых линий в программном пакете RTKLIB.	30
Практическая работа №4. Обработка базовых линий и уравнивание сети в программном пакете GNSS Solutions.....	34
Практическая работа №5. Обработка базовых линий в программном пакете RTKLIB с использованием файлов точных эфемерид (sp3) и ионосферных сеток (IONEX).	36
Практическая работа №6. Преобразования координат в программном пакете GNSS Solutions.	38
4.3. Кинематическое позиционирование.	44
Практическая работа №7. Обработка траектории в программном пакете RTKLIB.	44
Практическая работа №8. Обработка траектории в программном пакете RTKLIB с использованием модели геоида.....	46
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	48

ВВЕДЕНИЕ

Позиционирование по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в относительном режиме является основным способом применения ГНСС для решения геодезических задач. Это обусловлено возможностью получения решения с высокой точностью в данном режиме позиционирования.

Принцип относительного позиционирования заключается в совместной обработке измерений выполненных на двух пунктах, один из которых является исходным (имеет известные координаты), а другой определяемым, с целью получения координат определяемого пункта.

Позиционирование по сигналам ГНСС в относительном режиме требует обработки значительного объёма данных измерений, и практически реализуется при помощи специализированного программного обеспечения. Процесс обработки данных измерений можно разделить на два основных этапа: предварительная обработка и решение задачи позиционирования. Задачи позиционирования в свою очередь можно разделить на две основные группы: статическое позиционирование и кинематическое позиционирование. В рамках представленных практических работ рассмотрена предварительная обработка данных в программе NovAtel Convert и решение задачи позиционирования в программах RTKPOST и GNSS Solutions.

Следует отметить, что обработка данных с использованием программного обеспечения не может сводиться к механическому выполнению последовательности действий. Для получения качественных результатов оператор должен понимать и использовать весь спектр возможностей программного обеспечения и грамотно оперировать дополнительными данными.

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФОРМАТОВ ФАЙЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «NOVATEL CONVERT»

NovAtel Convert является программным обеспечением для предварительной обработки данных ГНСС-измерений выполненных посредством ГНСС-приёмников компании NovAtel.

NovAtel Convert предназначен для преобразования всех или определенных журналов NovAtel, содержащихся в файле измерений, из одного формата в другой. NovAtel Convert принимает форматы ASCII, двоичных или GPS-файлов и преобразует их в форматы: ASCII, двоичный или RINEX.

В этом разделе будут рассмотрены основные функции программы, необходимые для выполнения практических работ по курсу.

1.1. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФАЙЛОВ В ФОРМАТ ASCII

Для преобразования NovAtel GPS или двоичных журналов в формат ASCII:

- 1) сначала выберите переключатель ASCII в разделе Convert To;
- 2) нажмите кнопку «Open». Откроется окно «Open»;
- 3) перейдите в папку, содержащую файл для конвертирования. Выберите файл и нажмите кнопку «Open». Имя и путь выбранного файла отображаются в поле «Source File»;
- 4) нажмите кнопку «Save As»;
- 5) перейдите в папку, в которой будет сохранен файл ASCII. Введите имя для нового файла ASCII и нажмите кнопку «Save». Имя и путь файла ASCII отображаются в поле «Destination File»;
- 6) нажмите кнопку «Convert File». Появится окно Progress Conversion;
- 7) по завершении преобразования журнала нажмите кнопку «OK». Появится главное окно NovAtel Convert.

1.2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЖУРНАЛОВ В ДВОИЧНЫЙ ФОРМАТ

Чтобы преобразовать журналы NovAtel GPS или ASCII в двоичный формат:

- 1) сначала выберите переключатель Binary в разделе Convert To.2. Нажмите кнопку «Open». Откроется окно «Open»;
- 2) перейдите в папку, содержащую файл для конвертирования. Выберите файл и нажмите кнопку «Open». Имя и путь выбранного файла отображаются в поле «Source File»;
- 3) нажмите кнопку «Save As»;
- 4) перейдите в папку, в которой будет сохранен файл ASCII. Введите имя для нового файла ASCII и нажмите кнопку «Save». Имя и путь файла ASCII отображаются в поле «Destination File»;
- 5) нажмите кнопку «Convert File». Появится окно Progress Conversion;
- 6) по завершении преобразования журнала нажмите кнопку «OK». Появится главное окно NovAtel Convert.

1.3. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЖУРНАЛОВ В ФОРМАТ RINEX

Чтобы преобразовать журналы Novatel GPS, двоичные или ASCII в формат RINEX:

- 1) выберите переключатель Rinex в разделе «Convert To». Главное окно Convert изменится, чтобы показать дополнительные опции RINEX;
- 2) нажмите кнопку «Open». Откроется окно «Open»;
- 3) перейдите в папку, содержащую файл для конвертирования. Выберите файл и нажмите кнопку «Open». Имя и путь выбранного файла отображаются в поле «Source File»;
- 4) нажмите кнопку «Save As» рядом с полем «Observation File». Появится окно «Save As»;
- 5) перейдите в папку, в которой будет сохранен файл наблюдения RINEX. Введите имя нового файла наблюдения и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле «Observation File»;
- 6) нажмите кнопку «Сохранить как» рядом с полем «GPS NAV File».

Появится окно «Save As»;

- 7) перейдите в папку, в которой будет сохранен файл GPS NAV . Введите имя нового навигационного файла GPS и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле GPS NAV File;
- 8) нажмите кнопку «Save As» рядом с полем файла GLAVA NAV. Появится окно «Save As»;
- 9) перейдите в папку, в которой будет сохранен навигационный файл ГЛОНАСС. Введите имя нового навигационного файла GLONASS и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле «GPS NAV File»;
- 10) нажмите кнопку «Сохранить как» рядом с полем файла GALILEO NAV. Появится окно «Save As»;
- 11) перейдите в папку, в которой будет сохранен навигационный файл Galileo. Введите имя нового навигационного файла Galileo и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле GALILEO NAV File;
- 12) нажмите кнопку «Save As» рядом с полем файла NAV файла BEIDOU. Появится окно «Save As»;
- 13) перейдите в папку, в которой будет сохранен файл навигации BEIDOU. Введите имя нового навигационного файла BeiDou и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле «BEIDOU NAV File»;
- 14) нажмите кнопку «Save As» рядом с полем файла SBAV NAV. Появится окно «Save As»;
- 15) перейдите в папку, в которой будет сохранен навигационный файл SBAS. Введите имя нового навигационного файла SBAS и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле «SBAV NAV File»;
- 16) нажмите кнопку «Save As» рядом с полем файла QZSS NAV File (квазизенитная спутниковая система). Появится окно «Save As»;
- 17) перейдите в папку, в которой будет сохранен навигационный файл

- QZSS. Введите имя нового навигационного файла QZSS и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле «QZSS NAV File»;
- 18) вся версия RINEX поддерживает файл SBAS Broadcast. Чтобы создать файл ширококвещательной передачи SBAS, необходимо выполнить следующие действия.
1. Установите флажок «SBAS Broadcast File», чтобы сгенерировать файл. Появится поле ширококвещательного файла SBAS.
 2. Нажмите кнопку «Save As» рядом с полем ширококвещательного файла SBAS. Появится окно «Save As».
 3. Перейдите в папку, в которой будет сохранен ширококвещательный файл SBAS. Введите имя для нового ширококвещательного файла SBAS и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле SBAS Broadcast File:
- 19) чтобы добавить комментарии к заголовку файла навигации, нажмите кнопку «Nav File» в разделе «RINEX Headers». Появится окно Rinex Navigation;
- 20) введите необходимую информацию как добавление в навигационные файлы GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, QZSS и SBAS и нажмите кнопку ОК. Откроется главное окно Convert;
- 21) чтобы добавить комментарии к заголовку файла наблюдения, нажмите кнопку «Obs File» в разделе «RINEX Headers». Откроется окно Rinex Observation;
- 22) введите информацию для добавления в файл наблюдения и нажмите кнопку «ОК». Откроется главное окно Convert;
- 23) щелкните раскрывающийся список RINEX Version и выберите версию RINEX, используемую для преобразованных журналов;
- 24) нажмите кнопку «Convert File». Откроется окно Progress Conversion;
- 25) по завершении преобразования журнала нажмите кнопку «ОК». Появится главное окно NovAtel Convert.

1.4. ВЫБОР ЖУРНАЛОВ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Чтобы преобразовать подмножество журналов, доступных в файле журнала:

- 1) в главном окне NovAtel Convert установите флажок «Selected». Теперь доступна кнопка «Edit»;
- 2) нажмите кнопку «Edit». Появится окно Select logs to Convert.
Установите флажок рядом с журналами для конвертирования.
 - Чтобы выбрать все журналы ASCII, нажмите кнопку ASCII.
 - Чтобы выбрать все двоичные журналы, нажмите кнопку «Binary».
 - Нажмите кнопку «Invert», чтобы инвертировать выделение. Чтобы очистить выбор для всех журналов, нажмите кнопку «Clear»;
- 3) нажмите кнопку ОК, чтобы сохранить выбор и вернуться в главное окно NovAtel Convert.

1.5. ВЫБОР ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Чтобы преобразовать данные журнала только с определенного периода времени:

- 1) в главном окне NovAtel Convert установите флажок «Time». Теперь доступна кнопка «Edit»;
- 2) нажмите кнопку «Edit». Появится окно Set Time;
- 3) используйте кнопки в поле «Display Time», чтобы выбрать формат времени, используемый для времени начала и остановки;
- 4) используйте бары «Start and Stop», чтобы установить период времени для преобразования. Временные интервалы времени начала, времени остановки и периода выборки изменяются для отображения времени выбора;
- 5) чтобы установить частоту дискретизации, установите флажок «Sample Rate» и введите количество времени между конвертируемыми образцами;
- 6) чтобы добавить временное смещение UTC, установите флажок UTC Offset и введите временное смещение UTC;
- 7) выберите параметр «Satellite time»;

8) нажмите кнопку «ОК», чтобы сохранить настройки и вернуться в главное окно «Convert».

1.6. СЖАТИЕ HATANAKA

NovAtel Convert поддерживает формат сжатия Hatanaka. Метод сжатия Hatanaka позволяет пользователю сжимать файл наблюдения RINEX в меньший формат ASCII.

Широкоформатная версия файла формата RINEX в формате ASCII, разработанная Hatanaka, часто используется для передачи через Интернет.

Чтобы преобразовать файл наблюдения RINEX в формат сжатия Hatanaka выполните следующие действия.

1. Выберите переключатель Rinex в разделе «Convert To». Главное окно Convert изменится, чтобы показать дополнительные опции RINEX и Hatanaka.
2. Нажмите кнопку «Open». Откроется окно «Open».
3. Перейдите в папку, содержащую файл для конвертирования. Выберите файл и нажмите кнопку «Open». Имя и путь выбранного файла отображаются в поле «Source File».
4. В раскрывающемся списке Вариант Hatanaka выберите compression. Главное окно Convert изменится, чтобы показать дополнительный вариант Hatanaka.
5. Нажмите кнопку «Save As» рядом с пакетом Hatanaka Comp. Поле файла. Появится окно «Save As».
6. Перейдите в папку, в которой будет сохранен файл сжатия Hatanaka. Введите имя для нового файла сжатия и нажмите кнопку «Save ». Имя и путь к файлу отображаются в Hatanaka Comp. Поле файла.
7. Нажмите кнопку «Convert File». Откроется окно Progress Conversion.
8. По завершении преобразования журнала нажмите кнопку ОК, чтобы вернуться в главное окно NovAtel Convert.

1.7. HATANAKA РАЗАРХИВИРОВАНИЕ

NovAtel Convert поддерживает метод декомпрессии Hatanaka, который позволяет пользователю распаковывать сжатый файл наблюдения RINEX.

Чтобы распаковать сжатый файл наблюдения RINEX выполните следующие действия.

1. Выберите переключатель Rinex в разделе «Convert To». Главное окно Convert изменится, чтобы показать дополнительные опции RINEX и Hatanaka.
2. В раскрывающемся списке Вариант Hatanaka выберите «Decompression». Главное окно Convert изменится, чтобы показать параметры декомпрессии Hatanaka.
3. Нажмите кнопку «Open». Откроется окно «Open».
4. Перейдите в папку, содержащую файл для конвертирования. Выберите файл и нажмите кнопку «Open». Имя и путь выбранного файла отображаются в поле «Source File».
5. Нажмите кнопку «Save As» рядом с «Hatanaka Decompr». Поле файла. Появится окно «Save As».
6. Перейдите в папку, в которой будет сохранен файл декомпрессии Hatanaka. Введите имя для нового файла декомпрессии и нажмите кнопку «Save». Имя и путь к файлу отображаются в поле File Decompression File.
7. Нажмите кнопку «Convert File». Откроется окно Progress Conversion.
8. По завершении преобразования журнала нажмите кнопку ОК, чтобы вернуться в главное окно NovAtel Convert.

2. ОБРАБОТКА ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ RTKPOST

Программный пакет RTKLIB содержит программу RTKPOST для пост-обработки ГНСС-измерений. RTKPOST позволяет выполнять пост-обработку ГНСС-измерений представленных в формате RINEX (версии: 2.10, 2.11, 2.12, 3.00, 3.01). RTKPOST позволяет обрабатывать измерения выполненные по сигналам навигационных систем GPS, GLONASS, Galileo, QZSS, BeiDou и SBAS. Обработка проводится в одном из следующих режимов: Абсолютный режим позиционирования, DGPS/DGNSS, Кинематика, Статика, PPP-Кинематика и PPP-Статика.

2.1. АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ В RTKPOST

Обработка выполняется в соответствии с приведённым далее алгоритмом.

1. Необходимо произвести выполнение файла `<install dir>\rtklib_<ver>\bin\rtkpost.exe`. Далее вы сможете увидеть главное окно RTKPOST (см. рис 1).
2. Необходимо выбрать файл содержащий данные измерений выполненных приёмником на определяемом пункте. Для этого адрес нужного файла вводится в текстовое поле "RINEX OBS(: Rover)" либо используется диалоговое окно для выбора нужного файла. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу справа от текстового поля.
3. Если обработка выполняется в относительном режиме (DGPS / DGNSS, Kinematic, Static, Moving-Base или Fixed) необходимо выбрать файл содержащий данные измерений выполненных приёмником на исходном пункте. Для этого адрес нужного файла вводится в текстовое поле "RINEX OBS: Base Station" либо используется диалоговое окно для выбора нужного файла. Для вызова диалогового окна необходимо нажать клавишу справа от текстового поля.
4. После того как выбраны файлы измерений необходимо выбрать файлы

эфемерид. Существует два основных варианта эфемерид, которые могут быть использованы для обработки: бортовые и высокоточные. Бортовые эфемериды содержатся в навигационном сообщении, транслируемом спутником, и могут быть записаны в процессе проведения измерений. Высокоточные эфемериды являются результатом постобработки наблюдений и поставляются различными организациями. Необходимо выбрать файл содержащий данные эфемерид. Для этого адрес нужного файла вводится в первую строку текстового поля «RINEX * NAV / CLK, SP3, IONEX или SBS / EMS» либо используется диалоговое окно для выбора нужного файла. В случае использования бортовых эфемерид используются файлы RINEX с расширением Nav (.N). Если данное поле оставить пустым программа будет автоматически использовать файл Nav (.N) с тем же названием что и файл в поле "RINEX OBS(: Rover)". Если планируется использовать навигационные системы GLONASS, Galileo, QZSS и SBAS необходимо использовать соответствующие выбранной системе файлы в формате RINEX (.G, .H, .Q и .P). Чтобы использовать, точные эфемериды и часы для режимов PPP-Kinematic, PPP-Static или PPP-Fixed, необходимо ввести путь к файлу SP3-с (для точных спутниковых эфемерид и часов) или RINEX CLK (для точных спутниковых часов) в поле «RINEX * NAV / CLK, SP3, IONEX или SBS / EMS». Есть возможность ввести путь к файлу IONEX 1.0 для корректировки ионосферной задержки посредством ионосферной сетки VTEC (вертикальное полное электронное содержание). Для использования коррекций SBAS вы можете ввести путь к файлу журнала сообщений SBAS в формате RTKLIB или в формате XML (EGNOS) 2.0. В программном пакете есть возможность вводить поправки SSR (представление состояния пространства) как сообщения RTCM 3 в поле входного файла.

5. Введите путь выходного файла (файла содержащего результаты

обработки) в текстовое поле «Solution». Поле автоматически устанавливается в качестве первого пути входного файла с расширением, замененным на .pos или .nmea. Если вы установите флажок «Dir» и заполните поле, выходной каталог будет сохраняться в указанной пути (папке). Вы можете изменить путь к выходному файлу вручную, отредактировав содержимое поля.

6. Нажмите кнопку для установки параметров обработки. Настройте параметры позиционирования для RTKPOST. Вы можете установить время начала или окончания, проверив и установив в главном окне поле Time Start (GPST) или Time End (GPST). Вы также можете установить временной интервал, редактируя поле "Interval". С помощью кнопки вы можете преобразовать момент времени по шкале GPS time в моменты времени по шкалам UTC, GPS Week/TOW, Day of Year, Day of Week, Time of Day и Leap Seconds.

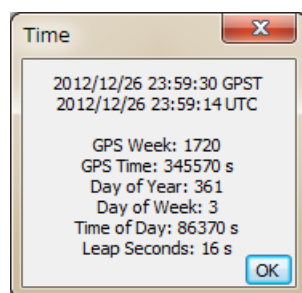


Рис. 1. Окно "Время" RTKPOST

7. Нажмите кнопку , чтобы начать анализ. Статус обработки отображается в нижней части поля состояния в главном окне. Когда вы увидите сообщение «done» в данном месте, это означает, что анализ завершен. Если вы хотите прервать обработку посреди процесса, нажмите кнопку .
8. После завершения анализа, нажав можно отобразить содержимое выходного файла с помощью утилиты «Text Viewer». Вы также можете перезагрузить выходной файл, нажав в окне "Text Viewer". Чтобы закрыть окно, нажмите . Также возможно настроить параметры "Text Viewer", нажав . А также искать

строки в тексте, используя кнопку **Find** (рис. 2).

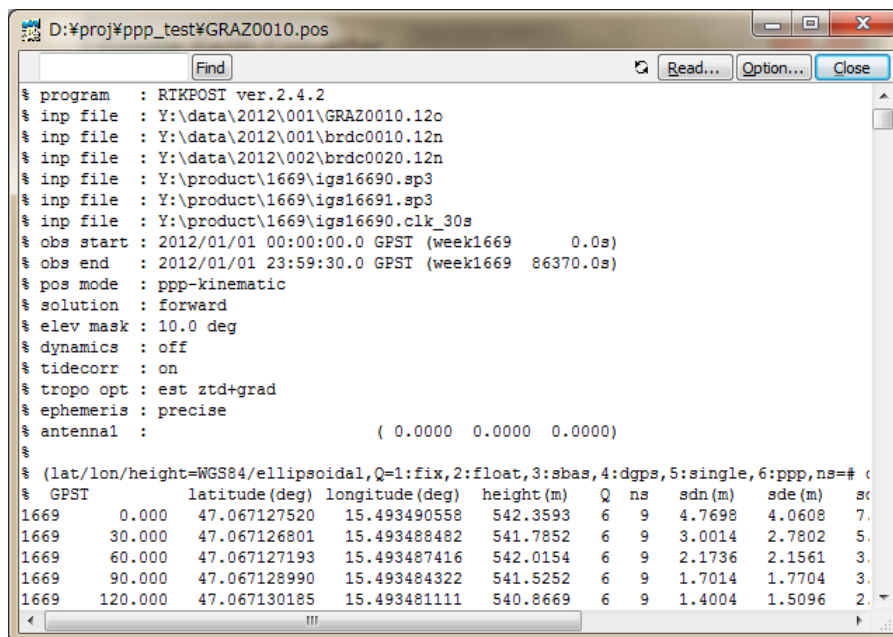


Рис. 2. Утилита Text Viewer (отображение текста) в RTKPOST

9. Нажимая кнопку **Plot...**, вы также можете графически отобразить результат на плоскости с помощью RTKPLOT (рис. 3).

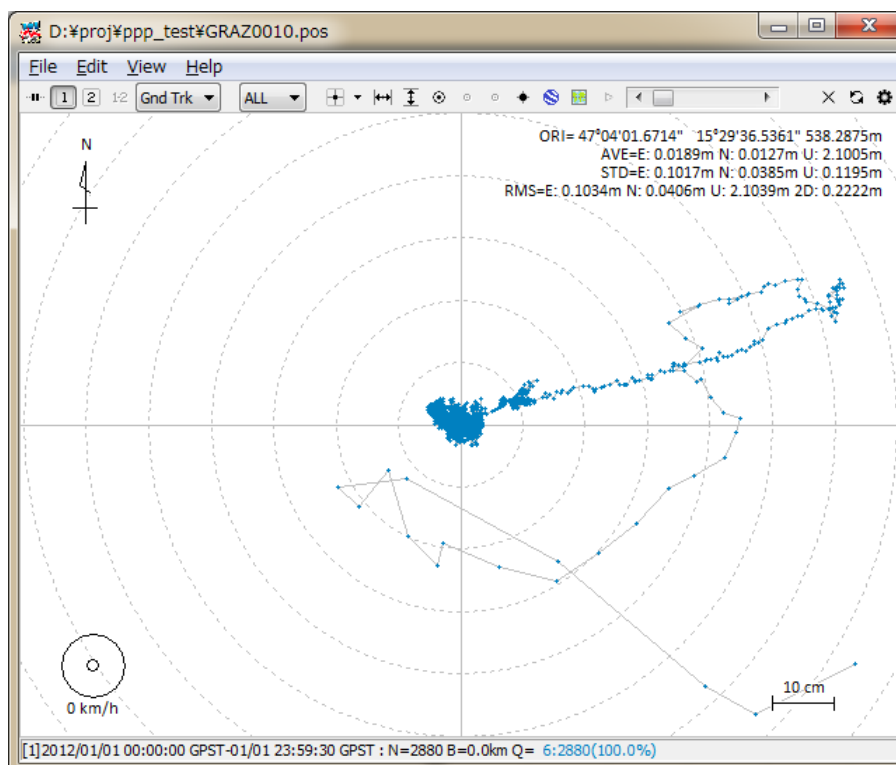


Рис. 3. Окно RTKPLOT с результатами обработки

10. Нажав на кнопку **To KML...**, выходной файл можно преобразовать в файл Google Earth KML в диалоговом окне «Google Earth Converter».

Задайте или выберите параметры и нажмите **Convert** в данном окне. Также существует возможность запуска Google Earth сгенерированным файлом KML / KMZ, нажав клавишу **Google Earth** (рис. 4).

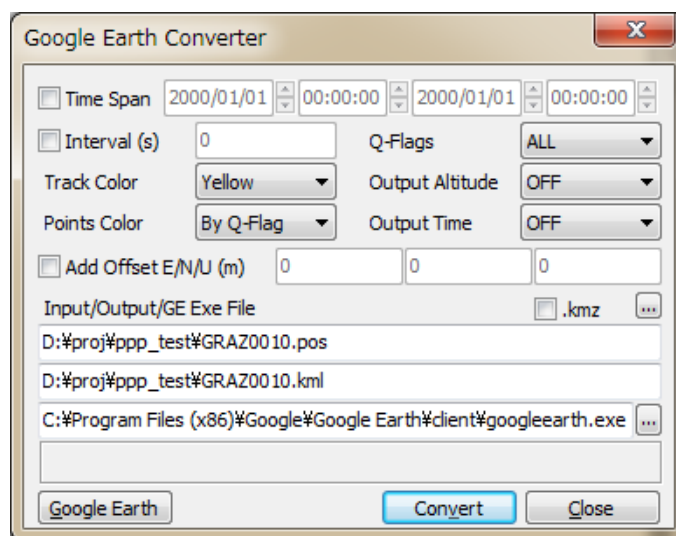


Рис. 4. Окно экспорта файлов в Google Планета Земля в RTKPOST

3. ОБРАБОТКА ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ GNSS SOLUTIONS

3.1. ЗАГРУЗКА ДАННЫХ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ИЗ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Данные базовой станции можно загрузить из сети Интернет, используя утилиту «Загрузка из сети Интернет». Для добавления данных в проект рекомендуется сначала импортировать или загрузить данные ровера, а затем уже загрузить исходные данные базовой станции. При работе в указанной последовательности, в утилите «Загрузка из сети Интернет» автоматически установятся параметры даты и времени, соответствующие дате и времени данных ровера.

Утилиту «Загрузка из Интернета» можно вызывать либо из панели задач Windows, либо из диалогового окна Импортировать данные GPS (см. раздел Импортирование данных из файлов), появляющегося при добавлении данных к открытому проекту из файлов на диске компьютера. В этом диалоговом окне нажмите на кнопку «Добавить исходные данные», расположенную в нижней части диалогового окна, а затем выберите «Загрузить из сети Интернет». Откроется основное окно утилиты «Загрузка из Интернета» (рис. 5).

Алгоритм работы утилиты:

- 1) в поле «Поставщик» выберите имя поставщика, с которым утилита «Загрузка из Интернета» должна будет соединиться для получения требуемых данных. При выборе поставщика в нижней части окна появляется его адрес в сети Интернет;
- 2) в поле «Служба» выберите тип данных, который вы хотите загрузить от этого поставщика;
- 3) в поле «Станция» выберите станцию, с которой вы хотите получить данные;
- 4) в поле «Часовой пояс» выберите часовой пояс, подходящий к текущему

району работ;

- 5) обратите внимание, что поля «Начальная дата» и «Начальное время» устанавливаются автоматически, чтобы перекрыть промежуток времени, определенный в уже существующих в открытом проекте файлах наблюдений (или в тех, которые будут сейчас добавлены к проекту). Тем не менее, при необходимости эти параметры можно изменить;
- 6) в поле «Путь» необходимо ввести путь и имя папки на компьютере, в которую утилита «Загрузка из Интернета» будет сохранять загружаемые файлы;
- 7) нажмите на кнопку «Загрузка» чтобы начать загрузку файлов. Этот процесс может занять некоторое время. В нижней части окна будет отображаться информация о ходе выполнения операций;
- 8) после окончания загрузки нажмите на кнопку «Закреть» для закрытия окна «Загрузка из Интернета» и возврата к диалоговому окну «Импорт данных GPS».

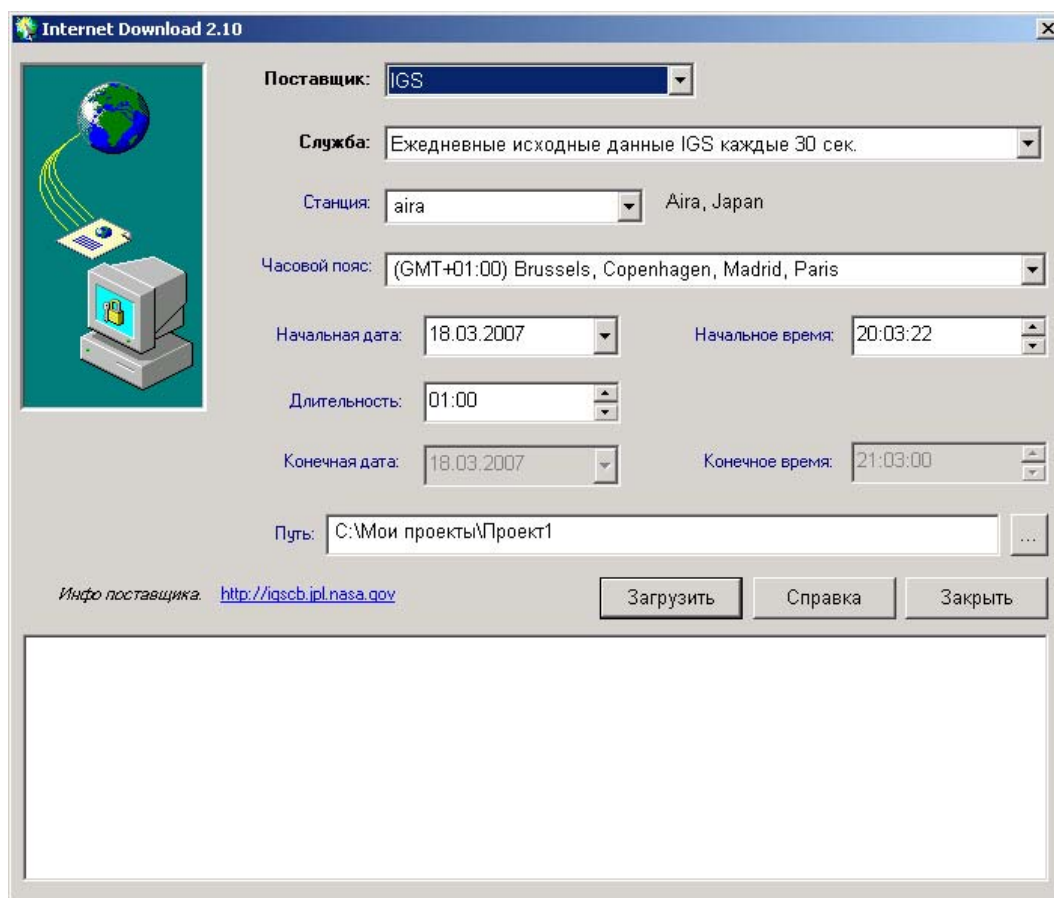


Рис. 5. Основное окно утилиты «Загрузка из Интернета»

3.2. ИМПОРТИРОВАНИЕ ДАННЫХ ИЗ ФАЙЛОВ




Для того чтобы обработать данные измерений хранящиеся в файлах данных в программе GNSS Solutions необходимо в первую очередь импортировать данные в проект.

Алгоритм импорта данных в проект.

1. Нажмите клавишу F4 или выберите Проект>Импортировать исходные данные из файлов на диске.
2. Выберите тип импортируемых данных. Поддерживаемые в GNSS Solutions входные форматы: Atom (G*.*), Ashtech (B*.*) файл), RINEX (*.*)о или *.*)d файл), DSNP (*.bin, *.var или *.*)d* файл).
3. Выберите на диске нужную папку, и отметьте в ней импортируемые файлы.
4. Нажмите на кнопку «Открыть». Откроется диалоговое окно «Импортируются данные GPS». Это одно из ключевых диалоговых окон в программе GNSS Solutions, так как оно дает полный обзор процесса постобработки и предоставляет контроль над его ходом. В верхней части таблицы можно ознакомиться со свойствами импортируемых файлов.
5. Проверьте и, в случае необходимости, отредактируйте следующие параметры:
 - a) имя точки (участка), связанной с файлом наблюдения;
 - b) тип файла (Динамический/статический). GNSS Solutions автоматически обнаруживает тип файла. (Если файл статический, то флажок в поле не установлен);
 - c) значение высоты антенны;
 - d) тип высоты. Сообщает GNSS Solutions, каким образом была измерена высота антенны (посредством вертикального, истинного или наклонного измерения);
 - e) тип антенны. Если упомянутый тип антенны неизвестен GNSS Solutions, он будет отображаться в этом поле жирными символами. Это означает, что необходимо будет определить его свойства при

импорте файла (появится диалоговое окно, в котором можно ввести эти свойства).

6. В правом верхнем углу таблицы находятся три кнопки, выполняющие следующие функции:

- а) : выводит на экран временную диаграмму, где отображены статические наблюдения, обнаруженные в приведенных в верхней части таблицы файлах. Статические наблюдения представлены серыми прямоугольниками, а динамические наблюдения - серыми линиями. Если щелкнуть по этой кнопке после того как в таблице будет выбран один из файлов, статическое занятие, соответствующее этому файлу, будет отображаться темно-синим цветом. См. также Свойства наблюдения;
- б) : выводит на экран временную диаграмму, в которой отображаются данные по каждому спутнику, считанные из выбранного файла. См. также Свойства наблюдения;
- в) : удаляет выбранный файл из таблицы, если его импорта не требуется.

7. Когда для импортирования файлов все готово, нажмите кнопку ОК. При этом отображается выпадающее меню, в котором можно выбрать обычный импорт файлов или автоматический запуск последовательности дополнительных операций сразу после импортирования файла.

8. Выберите опцию «Импортировать».

3.3. УДАЛЕНИЕ ФАЙЛА ДАННЫХ ИЗ ПРОЕКТА

Любой файл исходных данных GPS, загруженный в проект, может быть позднее удален из него. Имейте в виду, что векторы, сгенерированные этими наблюдениями, автоматически из проекта не удаляются.

Для удаления файлов данных используется следующий алгоритм.

1. Перейдите на закладку Файлы в окне «Рабочая книга».
2. Выберите строку, содержащую имя файла, который требуется удалить (щелкните в крайней левой ячейке, чтобы выбрать всю строку).

3. Нажмите клавишу «Delete». Появится окно с просьбой подтвердить удаление.
4. Подтвердите удаление файла нажатием на кнопку «Да».

Для повторного использования файла данных после удаления, его необходимо вновь добавить в проект.

3.4. ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Для определения дифференциальных отношений между точками, наблюдаемыми в процессе сбора данных, исходная информация, полученная приемником, должна быть обработана. Результатом обработки исходных GPS-данных является вектор, определяющий эти отношения. В вычислении таких векторов и состоит роль модуля обработки данных GNSS Solutions.

Модуль обработки данных автоматически анализирует качество исходных файлов данных и уравнивает параметры обработки для формирования наилучшего вектора, перенося тем самым большую часть усилий по обработке с пользователя на обрабатывающее программное обеспечение. В GNSS Solutions фактически весь процесс обработки данных сводится к простому нажатию кнопки «Обработать», и можно быть уверенным, что итогом этого действия будет получение наилучшего результата.

Обработка GNSS-данных происходит в три этапа.

1. Анализ данных до обработки. Осуществляется проверка и/или ввод свойств точек и наблюдений, например, проверка кода участка, параметров высоты антенны и информации о контрольной точке. Как указывалось в разделе Добавление файлов данных к проекту, этот этап может быть выполнен ДО импортирования файлов данных в проект.
2. Обработка. Нажатие на кнопку приводит в действие механизм обработки, который генерирует векторы GNSS из исходных данных.
3. Анализ данных после обработки. Обработанные векторы GNSS анализируются при помощи имеющихся инструментов для определения качества обработанных данных.

3.5. ПРОВЕРКА ОПЦИЙ ОБРАБОТКИ

Эта функция выполняется после импортирования файлов с исходными данными и перед запуском обработки базовой линии.

Выберите команду Проект>Опции обработки. В появившемся диалоговом окне будет показан сценарий обработки

Сценарий обработки состоит из нескольких процессов. В диалоговом окне Параметры обработки каждый из них занимает отдельную строку. Процесс описывает способ обработки базовой линии, в результате применения которого образуется один или несколько векторов (один вектор при обработке статических данных, несколько векторов при обработке данных, полученных в динамическом режиме или в режиме съемки с остановками).

GNSS Solutions автоматически строит сценарий обработки после импортирования файлов с исходными данными в проект или при выполнении команды Проект>Сценарий процесса. Принцип, согласно которому GNSS Solutions определяет сценарий, рассмотрен ниже. GNSS Solutions ориентирует каждую базовую линию, описанную в сценарии, таким образом, что первая указанная точка будет с наибольшей вероятностью являться опорной точкой.

Эта вероятность определения точки приобретает наибольшую значимость в случае, если фиксированная пользователем точка задействована в многочисленных базовых линиях и привязана к длительному наблюдению.

Кроме того, GNSS Solutions, определяя приоритеты, располагает процессы в логической последовательности, причем некоторые из них зависят от результатов, предоставляемых другими процессами.

Несмотря на вышесказанное, можно изменять предложенный GNSS Solutions сценарий в произвольном порядке, если это представляется целесообразным.

Например, вы можете:

- 1) перемещать процесс вверх или вниз;

- 2) удалять процесс;
- 3) изменять направление базовой линии на противоположное;
- 4) изменять определение процесса, отредактировав любую ячейку соответствующей строки. Например, можно изменять режим обработки (статический/динамический), маску угла возвышения или тип данных орбиты, используемых в процессе обработки. Кроме того, можно намеренно исключить из обработки измерения L2 или некоторые спутники. И, наконец, можно создать маску, которая будет размещаться поверх файла наблюдений.

Если вас устраивает отображаемый на экране сценарий, щелкните по кнопке ОК. При этом появляется выпадающее меню, в котором можно выбрать необходимое действие:

- 1) сохранить – сохраняет сценарий обработки и закрывает диалоговое окно;
- 2) сохранить и обработать выбранные базовые линии - сохраняет сценарий обработки, а затем обрабатывает выбранные базовые линии в данном сценарии. После этого результаты обработки базовых линий появятся в различных открытых документах;
- 3) сохранить, обработать базовые линии и настроить - помимо действий, перечисленных в предыдущем пункте, выполняет уравнивание сети.

3.6. ОБРАБОТКА БАЗОВЫХ ЛИНИЙ

Нажмите клавишу F5 или выберите команду Проект>Обработать все базовые линии (нажатие на F6 обработает только еще необработанные базовые линии). GNSS Solutions запустит последний сохраненный сценарий обработки. Результаты обработки появятся в различных открытых документах. Качество векторов позволяют оценить следующие цвета:

зеленый: векторы, прошедшие тест на качество;

красный: векторы, не прошедшие тест на качество.

3.7. УРАВНИВАНИЕ

Цель этого, заключительного, этапа - уравнивать сеть с фиксацией всех контрольных точек для получения окончательных координат, согласующихся с установленным набором контрольных элементов.

1. Выберите команду Проект>Определить контрольные точки
2. Измените статус фиксации каждой контрольной точки. Они могут быть зафиксированы по горизонтали, по вертикали, а также по горизонтали и вертикали одновременно. Нажмите на кнопку ОК, чтобы закрыть диалоговое окно.
3. Для выполнения уравнивания нажмите клавишу F7.

3.8. ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕСТА НА ЗАМКНУТОСТЬ ПОЛИГОНА

В документе "Вид съемки" выберите не менее трех векторов, образующих полигон.

Выберите команду Проект>Проверить замыкание полигона. GNSS Solutions выполнит проверку замыкания полигона на этих векторах. По завершении теста в окне рабочей книги автоматически откроется закладка «Замыкание полигона», где можно просмотреть его результаты.

Свойства полигона:

- 1) в рабочей книге в закладке Замыкание полигона выберите строку таблицы;
- 2) щелкните правой клавишей мыши и в появившемся меню выберите Свойства. На экране откроется новое диалоговое окно с двумя закладками, в которых содержимое выбранной строки приводится в другом формате;
- 3) в первой закладке отображаются точки, задействованные в определении образующих полигон векторов. Вторая закладка представляет те же результаты, что и строка таблицы, с тем лишь исключением, что здесь можно выбирать отображение результатов невязки в линейных единицах, в ppm или же в виде пропорции.

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

4.1. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГНСС-ИЗМЕРЕНИЙ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

Преобразование результатов измерений в формат RINEX (табл. 1).

Цель практической работы: Ознакомиться со структурой файлов ГНСС-измерений в формате RINEX. Ознакомиться с методами и возможностями преобразования данных измерений из бинарных форматов в формат RINEX.

Задачи практической работы.

1. В соответствии с номером варианта и данными таблицы №1 выбрать файл измерений (файл с расширением .gps).
2. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» преобразуйте исходный файл в форматы RINEX_3.02 и RINEX_2.10. При этом в заголовке файла наблюдений должны быть заданы: название организации («МИИГАиК»), наблюдатель (Ф.И.О. и группа студента), номер приёмника (например: SN_101043150), номер антенны (например: SN_01017576), тип приёмника (например: OEM617-D2Q-B0G-TT0), тип антенны (например: 702GG) и комментарий. В заголовках файлов эфемерид должны быть заданы: название организации («МИИГАиК») и комментарий. Тип приёмника, тип антенны, номер приёмника и номер антенны выбирается из таблицы №1 в соответствии с вариантом студента.
3. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» создайте три файла в формате ASCII. Первый файл должен содержать только измеренный псевдодалности. Второй файл должен содержать только эфемериды ГЛОНАСС. Третий файл должен содержать только эфемериды GPS.
4. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» разделите исходный файл по времени на два файла в формате ASCII равной продолжительности.

5. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» выполните архивирование измерений в форматах RINEX_3.02 и RINEX_2.10 по схеме хатанака.

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, описание используемых в работе форматов хранения данных, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3-4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 1

Исходные данные для практической работы №1

Номер студента по списку	Название исходного файла	Тип приёмника	Номер приёмника	Тип антенны	Номер антенны
1	Obs_V1	OEM617-D2Q-B0G-TT0	101043150	GNSS-750	1017576
2	Obs_V2	OEM617-D2S-R0R-TT0	101043151	703-GGG	1017577
3	Obs_V3	OEM617-G2S-Y0G-TT0	101043152	713-GGG-N	1017578
4	Obs_V4	OEM617D-CDS-Z0G-050	101043153	702-GG	1017579
5	Obs_V5	OEM628-G5S-B0G-TTN	101043154	702-GGL	1017580
6	Obs_V6	OEM628-TAS-B0G-TTN	101043155	701-GG	1017581
7	Obs_V7	OEM628-CDQ-R0G-TTN	101043156	701-GGL	1017582
8	Obs_V8	OEM628-CDS-R0G-TTN	101043157	704-X	1017583
9	Obs_V9	OEM628-D2S-Y0G-0TN	101043158	GNSS-502	1017584
10	Obs_V10	OEM628-G2S-Y0G-TTN	101043159	GNSS-501	1017585
11	Obs_V11	OEM638-D5J-B0R-TTN	101043160	GNSS-802	1017586
12	Obs_V12	OEM638-D5J-BPR-TTN	101043161	GNSS-802L	1017587
13	Obs_V13	OEM638-FAJ-B0R-TTN	101043162	GNSS-804	1017588

14	Obs_V14	OEM638-W5J-B0R-TTN	101043163	GNSS-804L	1017589
15	Obs_V15	OEM638-CDJ-RPR-TTN	101043164	GNSS-850	1017590
16	Obs_V16	FLEX6D-CDS-X0G-050	101043165	SOKA110	1017591
17	Obs_V17	FLEX6D-D2S-X0G-0T0	101043166	SOK502	1017592
18	Obs_V18	FLEX6D-PDS-X0G-0X0	101043167	TPSCR4	1017593
19	Obs_V19	FLEX6-G5S-B0G-TTN	101043168	NAP100	1017594
20	Obs_V20	FLEX6-G2S-Y0G-0TN	101043169	SOK502	1017595
21	Obs_V21	PP6-D5J-B0R-TTN	101043170	TOP72110	1017596
22	Obs_V22	PP6-D5J-BPR-TTN	101043171	TPSPG_A2	1017597
23	Obs_V23	PP6-FAJ-RPR-TTN	101043172	TPSPG_A1	1017598
24	Obs_V24	PP61-FAJ-B0R-TTN	101043173	TRM4800	1017599
25	Obs_V25	PP61-G5J-BPR-TTN	101043174	LEIAT502	1017600
26	Obs_V26	SM6TB-D2S-00G-0T0-P	101043175	SM6TB	1017601
27	Obs_V27	SM6TB-G2S-00G-0T0-P	101043176	SM6TB	1017602
28	Obs_V28	SM6T-D2S-00G-0T0-P	101043177	SM6T	1017603
29	Obs_V29	SM6T-G2S-00G-0T0-P	101043178	SM6T	1017604
30	Obs_V30	OEM615-C2S-R0G-TT0	101043179	LEIAT504	1017605

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2.

Использование данных International GNSS Service (IGS) (табл. 2).

Цель практической работы: Ознакомиться со структурой файлов эфемерид в формате SP3. Ознакомиться с источниками и методами получения файлов эфемерид в формате SP3.

Задачи практической работы.

1. В соответствии с номером варианта и данными таблицы №2 выбрать интервал времени (T_1 – начало интервала, T_2 – конец интервала). Моменты времени в таблице представлены по шкале времени UTC.
2. Для моментов T_1 и T_2 вычислить соответствующие моменты времени по шкале GPST (номер недели GPS (GPS Week) и время GPS (GPS Time)).
3. Используя FTP-сервер IGS (<ftp://ftp.igs.org>) скачать файлы точных эфемерид в формате SP3 для спутников GPS(<ftp://ftp.igs.org/pub/product/>) и ГЛОНАСС (<ftp://ftp.igs.org/pub/glonass/products/>). Используя FTP-сервер IGS (<ftp://ftp.igs.org>) скачать файлы коррекций часов в формате CLK с дискретностью данных 30 секунд для спутников GPS (<ftp://ftp.igs.org/pub/product/>) и ГЛОНАСС (<ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/PRODUCTS/>).

4. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIB) скачать файлы точных эфемерид в формате SP3 для спутников GPS. Сервер при скачивании данных выбирается в соответствии с табл. 2 (Сервер 1).
5. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIB) скачать файлы ионосферных сеток в формате IONEX. Сервер при скачивании данных выбирается в соответствии с табл. 2 (сервер 2).

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, описание шкал времени используемых в работе, описание работы с FTP-сервером, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3–4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 2

Исходные данные для практической работы №2

Номер студента по списку	T1 (UTC)		T2 (UTC)		Сервер 1	Сервер 2
	Дата	Время	Дата	Время		
1	01.06.2017	0:00:00	01.06.2017	6:00:00	IGR	IGS
2	02.06.2017	6:00:00	02.06.2017	12:00:00	IGU	IGS
3	03.06.2017	12:00:00	03.06.2017	18:00:00	COD	IGS
4	04.06.2017	18:00:00	05.06.2017	0:00:00	ESA	IGS
5	05.06.2017	0:00:00	05.06.2017	6:00:00	GFZ	IGS
6	06.06.2017	6:00:00	06.06.2017	12:00:00	JPL	IGS
7	07.06.2017	12:00:00	07.06.2017	18:00:00	NGS	IGS
8	08.06.2017	18:00:00	09.06.2017	0:00:00	SIO	IGS
9	09.06.2017	0:00:00	09.06.2017	6:00:00	EMR	IGS

10	10.06.2017	6:00:00	10.06.2017	12:00:00	MIT	IGS
11	11.06.2017	12:00:00	11.06.2017	18:00:00	GRG	IGS
12	12.06.2017	18:00:00	13.06.2017	0:00:00	IGSE	IGS
13	13.06.2017	0:00:00	13.06.2017	6:00:00	IGRE	IGS
14	14.06.2017	6:00:00	14.06.2017	12:00:00	IGUE	IGS
15	15.06.2017	12:00:00	15.06.2017	18:00:00	IGSS	IGS
16	16.06.2017	18:00:00	17.06.2017	0:00:00	IGRS	IGS
17	17.06.2017	0:00:00	17.06.2017	6:00:00	IGUS	IGS
18	18.06.2017	6:00:00	18.06.2017	12:00:00	JAXA	IGS
19	19.06.2017	12:00:00	19.06.2017	18:00:00	IGR	IGR
20	20.06.2017	18:00:00	21.06.2017	0:00:00	IGU	IGR
21	21.06.2017	0:00:00	21.06.2017	6:00:00	COD	IGR
22	22.06.2017	6:00:00	22.06.2017	12:00:00	ESA	IGR
23	23.06.2017	12:00:00	23.06.2017	18:00:00	GFZ	IGR
24	24.06.2017	18:00:00	25.06.2017	0:00:00	JPL	IGR
25	25.06.2017	0:00:00	25.06.2017	6:00:00	NGS	IGR
26	26.06.2017	6:00:00	26.06.2017	12:00:00	SIO	IGR
27	27.06.2017	12:00:00	27.06.2017	18:00:00	EMR	IGR
28	28.06.2017	18:00:00	29.06.2017	0:00:00	MIT	IGR
29	29.06.2017	0:00:00	29.06.2017	6:00:00	GRG	IGR
30	30.06.2017	6:00:00	30.06.2017	12:00:00	IGSE	IGR

4.2. СТАТИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3.

Обработка базовых линий в программном пакете RTKLIV (табл. 3).

Цель практической работы: Овладеть навыками уравнивания базовых линий с использованием программного обеспечения RTKPOST.

Задачи практической работы.

1. В соответствии с номером варианта и данными табл. 4 выбрать интервал времени (T_1 – начало интервала, T_2 – конец интервала). Моменты времени в таблице представлены по шкале времени UTC.
2. Используя FTP сервер (<ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex/>) загрузить данные наблюдений (RINEX/.D) для станций в соответствии с табл. 3 (названия станций) и табл. 5 (дата наблюдений).
3. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIV) скачать файлы эфемерид в формате RINEX/.N на дату наблюдений.

4. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» выполнить разархивацию загруженных данных наблюдений (преобразуйте в формат RINEX/.O)
5. Используя программу RTKPOST (из программного пакета RTKLIB) обработать в режиме «static» базовые линии в соответствии с табл. 4. При уравнивании использовать следующие настройки: модель позиционирования - «static»; частоты – «L1+2»; ионосферная коррекция «Iono-Free LC»; тропосферная коррекция «Saastsmoinen»; эфемериды – «Broadcast». Сохраните файл решения (.pos).
6. Используя программу RTKPLOT построить графики «Gnd Trk», «Position», «Velocity», «Accel», «NSat».

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация об относительном позиционировании, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3-4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Изображения, созданные в программе RTKPLOT.
- Полученные по результатам уравнивания координаты.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 3

Исходные данные для практической работы №3

Номер студента по списку	ST_1	ST_2	ST_3	ST_4
1	MAR6	METG	RIGA	VIS0
2	SPT0	VIS0	SASS	LAMA
3	SPT0	RIGA	JOZ2	POTS
4	ONS1	VIS0	LAMA	WARN
5	ONS1	RIGA	SULP	LEIJ
6	SULP	POLV	CRAO	BUCU
7	GLSV	MIKL	BUCU	SULP
8	PENC	MIKL	ANKR	ORID
9	CRAO	TUBI	BUCU	MIKL
10	POTS	WTZZ	GANP	BOGI
11	LEIJ	WROC	GRAZ	OBE4
12	HUEG	OBE4	PADO	IENG
13	ZIM2	BZRG	MEDI	GRAC
14	GENO	MEDI	M0SE	AJAC
15	BZRG	PENC	ORID	M0SE
16	PADO	GANP	BUCU	MATE
17	ISTA	ANKR	NICO	DYNG
18	MATE	ORID	DYNG	NOT1
19	ZIM2	AJAC	EBRE	LROC
20	CEBR	EBRE	MELI	SFER
21	BRST	DLF1	WAB2	TLSE
22	HERS	DLF1	REDU	OPMT
23	FFMJ	GOPE	GRAZ	ZIM2
24	MORP	WSRT	REDU	OAK2
25	OPMT	ZIM2	TLSE	LROC
26	SASS	LAMA	GANP	GOPE
27	IENG	PADO	M0SE	AJAC
28	CMP9	WIDC	MONP	SCIP
29	WIDC	DHLG	MONP	BILL
30	WLSN	CLAR	TRAK	TORP

Таблица 4

Исходные данные для практической работы №3

Номер студента по списку	Базовые линии для группы №1	Базовые линии для группы №2	Базовые линии для группы №3	Базовые линии для группы №4
1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
2	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
3	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
4	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
5	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
6	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4

Окончание табл.4

7	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
8	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
9	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
10	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
11	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
12	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
13	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
14	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
15	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
16	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
17	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
18	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
19	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
20	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
21	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
22	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
23	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
24	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
25	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 1-2, 2-3
26	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4	2-3, 3-4, 4-1	4-1, 3-1, 2-4
27	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
28	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1
29	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	1-2, 2-3, 3-4
30	2-3, 3-4, 4-1	1-2, 2-3, 3-4	4-1, 3-1, 2-4	2-3, 3-4, 4-1

Таблица 5

Исходные данные для практической работы №3

Номер студента по списку	Дата для группы №1	Дата для группы №2	Дата для группы №3	Дата для группы №4	T1	T2
1	01.05.2017	01.06.2017	01.07.2017	01.08.2017	0:00:00	6:00:00
2	02.05.2017	02.06.2017	02.07.2017	02.08.2017	6:00:00	12:00:00
3	03.05.2017	03.06.2017	03.07.2017	03.08.2017	12:00:00	18:00:00
4	04.05.2017	04.06.2017	04.07.2017	04.08.2017	18:00:00	0:00:00
5	05.05.2017	05.06.2017	05.07.2017	05.08.2017	0:00:00	6:00:00
6	06.05.2017	06.06.2017	06.07.2017	06.08.2017	6:00:00	12:00:00
7	07.05.2017	07.06.2017	07.07.2017	07.08.2017	12:00:00	18:00:00
8	08.05.2017	08.06.2017	08.07.2017	08.08.2017	18:00:00	0:00:00
9	09.05.2017	09.06.2017	09.07.2017	09.08.2017	0:00:00	6:00:00
10	10.05.2017	10.06.2017	10.07.2017	10.08.2017	6:00:00	12:00:00
11	11.05.2017	11.06.2017	11.07.2017	11.08.2017	12:00:00	18:00:00
12	12.05.2017	12.06.2017	12.07.2017	12.08.2017	18:00:00	0:00:00
13	13.05.2017	13.06.2017	13.07.2017	13.08.2017	0:00:00	6:00:00
14	14.05.2017	14.06.2017	14.07.2017	14.08.2017	6:00:00	12:00:00
15	15.05.2017	15.06.2017	15.07.2017	15.08.2017	12:00:00	18:00:00
16	16.05.2017	16.06.2017	16.07.2017	16.08.2017	18:00:00	0:00:00
17	17.05.2017	17.06.2017	17.07.2017	17.08.2017	0:00:00	6:00:00
18	18.05.2017	18.06.2017	18.07.2017	18.08.2017	6:00:00	12:00:00

Окончание табл. 5

19	19.05.2017	19.06.2017	19.07.2017	19.08.2017	12:00:00	18:00:00
20	20.05.2017	20.06.2017	20.07.2017	20.08.2017	18:00:00	0:00:00
21	21.05.2017	21.06.2017	21.07.2017	21.08.2017	0:00:00	6:00:00
22	22.05.2017	22.06.2017	22.07.2017	22.08.2017	6:00:00	12:00:00
23	23.05.2017	23.06.2017	23.07.2017	23.08.2017	12:00:00	18:00:00
24	24.05.2017	24.06.2017	24.07.2017	24.08.2017	18:00:00	0:00:00
25	25.05.2017	25.06.2017	25.07.2017	25.08.2017	0:00:00	6:00:00
26	26.05.2017	26.06.2017	26.07.2017	26.08.2017	6:00:00	12:00:00
27	27.05.2017	27.06.2017	27.07.2017	27.08.2017	12:00:00	18:00:00
28	28.05.2017	28.06.2017	28.07.2017	28.08.2017	18:00:00	0:00:00
29	29.05.2017	29.06.2017	29.07.2017	29.08.2017	0:00:00	6:00:00
30	30.05.2017	30.06.2017	30.07.2017	30.08.2017	6:00:00	12:00:00

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Обработка базовых линий и уравнивание сети в программном пакете GNSS Solutions (табл. 6).

Цель практической работы: Овладеть навыками уравнивания базовых линий и уравнивания спутниковых сетей с использованием программного обеспечения GNSS Solutions.

Задачи практической работы.

1. В соответствии с номером варианта и данными табл. 4 выбрать интервал времени (T_1 – начало интервала, T_2 – конец интервала). Моменты времени в таблице представлены по шкале времени UTC.
2. Используя утилиту «Загрузка исходных данных из сети Интернет» (входит в программное обеспечение GNSS Solutions) загрузить данные наблюдений для станций в соответствии с табл. 3 (названия станций) и табл. 5 (дата наблюдений).
3. Обработать все полученные базовые линии, используя программное обеспечение GNSS Solutions. Исходную точку выбрать в соответствии с табл. 6. Перед обработкой базовых линий выполнить поиск грубых ошибок.
4. Проверить замыкание всех образовавшихся полигонов. Выполнить уравнивание сети. Экспортировать координаты точек в файл.

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.

- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация об относительном позиционировании, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3–4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Результаты проверки замыкания полигонов.
- Полученные по результатам уравнивания координаты.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 6

Исходные данные для практической работы №4

Номер студента по списку	Исходная точка для группы №1	Исходная точка для группы №2	Исходная точка для группы №3	Исходная точка для группы №4
1	MAR6	METG	RIGA	VIS0
2	SPT0	VIS0	SASS	LAMA
3	SPT0	RIGA	JOZ2	POTS
4	ONS1	VIS0	LAMA	WARN
5	ONS1	RIGA	SULP	LEIJ
6	SULP	POLV	CRAO	BUCU
7	GLSV	MIKL	BUCU	SULP
8	PENC	MIKL	ANKR	ORID
9	CRAO	TUBI	BUCU	MIKL
10	POTS	WTZZ	GANP	BOGI
11	LEIJ	WROC	GRAZ	OBE4
12	HUEG	OBE4	PADO	IENG
13	ZIM2	BZRG	MEDI	GRAC
14	GENO	MEDI	M0SE	AJAC
15	BZRG	PENC	ORID	M0SE
16	PADO	GANP	BUCU	MATE
17	ISTA	ANKR	NICO	DYNG
18	MATE	ORID	DYNG	NOT1
19	ZIM2	AJAC	EBRE	LROC
20	CEBR	EBRE	MELI	SFER

Окончание табл. 6

21	BRST	DLF1	WAB2	TLSE
22	HERS	DLF1	REDU	OPMT
23	FFMJ	GOPE	GRAZ	ZIM2
24	MORP	WSRT	REDU	OAK2
25	OPMT	ZIM2	TLSE	LROC
26	SASS	LAMA	GANP	GOPE
27	IENG	PADO	M0SE	AJAC
28	CMP9	WIDC	MONP	SCIP
29	WIDC	DHLG	MONP	BILL
30	WLSN	CLAR	TRAK	TORP

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Обработка базовых линий в программном пакете RTKLIB с использованием файлов точных эфемерид (sp3) и ионосферных сеток (IONEX).

Цель практической работы: Овладеть навыками уравнивания базовых линий с использованием программного обеспечения RTKPOST с использованием файлов точных эфемерид (sp3) и ионосферных сеток (IONEX).

Задачи практической работы.

1. В соответствии с номером варианта и данными табл. 4 выбрать интервал времени (T1 – начало интервала, T2 – конец интервала). Моменты времени в таблице представлены по шкале времени UTC.
2. Используя FTP сервер (<ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex/>) загрузить данные наблюдений (RINEX/.D) для станций в соответствии с табл. 3 (названия станций) и табл. 5 (дата наблюдений).
3. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIB) скачать файлы точных эфемерид в формате SP3 для спутников GPS. Сервер при скачивании данных выбирается в соответствии с табл. 2 (сервер 1) и табл. 5 (время наблюдений).
4. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIB) скачать файлы ионосферных сеток в формате IONEX. Сервер при скачивании данных выбирается в соответствии с табл. 2 (сервер 1) и период в соответствии табл. 5 (время наблюдений).

5. Используя программное обеспечение «NovAtel Convert 1.8.0» выполнить разархивацию загруженных данных наблюдений (преобразуйте в формат RINEX/.O)
6. Используя программу RTKPOST (из программного пакета RTKLIB) обработать в режиме «static» базовые линии в соответствии с табл. 4. При уравнивании использовать следующие настройки: модель позиционирования - «static»; частоты – «L1+2»; ионосферная коррекция «IONEX TEC»; тропосферная коррекция «Saastsmoinen»; эфемериды – «Precise». Сохраните файл решения (.pos).
7. Используя программу RTKPLOT построить графики «Gnd Trk», «Position», «Velocity», «Accel», «NSat».

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация о высокоточных эфемеридах и ионосферных сетках, информация об относительном позиционировании, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3–4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Изображения, созданные в программе RTKPLOT.
- Полученные по результатам уравнивания координаты.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

▪ **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6.**

▪ **Преобразования координат в программном пакете GNSS Solutions
(табл. 7–11).**

Цель практической работы: Овладеть навыками преобразования координат с использованием программного пакета GNSS Solutions.

Задачи практической работы.

1. Используя утилиту «Мастер настройки систем координат» создайте новую геоцентрическую систему координат (СК1), используя параметры перехода из табл. 7 и параметры эллипсоида из табл. 8 в соответствии с вариантом.
2. Используя утилиту «Мастер настройки систем координат» создайте новую плоскую систему координат в проекции Гаусса-Крюгера (СК2), используя параметры перехода из табл. 7, параметры эллипсоида из табл. 8 в соответствии с вариантом и параметры проекции из табл. 9.
3. Экспортируйте созданные системы координат как файлы CLS.
4. Преобразовать координаты точек (точки выбираются из табл. 9 в соответствии с данными табл. 10) из эллипсоидальных координат в системе WGS84 в прямоугольные геоцентрические координаты в СК1.
5. Преобразовать координаты точек (точки выбираются из табл. №9 в соответствии с данными табл. №10) из эллипсоидальных координат в системе WGS84 в плоские прямоугольные координаты в СК2.

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация о преобразование координат, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3–4 страницы.
- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Таблица с результатами преобразования координат в СК1.

- Таблица с результатами преобразования координат в СК2.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 7

Исходные данные для практической работы №6

Номер студента по списку	ΔX , м	ΔY , м	ΔZ , м	ωX , с	ωY , с	ωZ , с	m, ppm
1	-15.012	-63.884	12.213	0.73	0.6	2.47	0.12
2	63.824	59.918	86.657	2.92	1.33	0.41	0.29
3	-109.179	-11.709	54.751	-0.72	0.88	-0.06	0.5
4	-54.335	-34.51	-84.522	1.47	1.19	1.8	0.48
5	-92.346	-48.881	-38.675	1.69	1.49	2.66	0.35
6	-105.897	-28.396	-20.202	1.97	-0.55	1.14	0.36
7	6.743	-18.275	-16.35	1.39	1.99	1.62	0.01
8	-18.512	67.132	-4.264	0.99	2.29	3.98	0.14
9	-9.308	-25.66	98.611	-0.85	1.48	1.84	0.16
10	43.284	118.783	-32.745	1.66	-0.72	0.25	0.18
11	83.073	-80.62	26.947	0.9	2.11	0.88	0.16
12	45.11	95.946	-4.226	0.79	0.82	2.65	0.78
13	-26.19	33.757	-19.066	0.57	-1.03	2.63	0.05
14	37.881	-72.209	-42.362	0.16	1.93	2.16	0.01
15	-76.079	-18.144	-1.624	0.31	-0.01	-0.32	0.59
16	1.406	-16.136	109.725	1.29	1.1	0.6	0.49
17	-87.124	-36.824	-128.879	1.03	1.66	2.16	0.12
18	72.384	-63.988	-32.679	0.73	0.89	2.5	0.25
19	37.886	23.336	43.73	0.9	1.32	1.24	0.37
20	29.787	-68.592	-55.787	1.49	1.4	1.54	0.16
21	34.7	16.132	-46.992	-0.12	0.53	0.51	0.46
22	-12.047	6.577	27.89	0.55	2.06	0.67	0.07
23	6.936	-45.548	94.242	1.05	0.95	0.86	0.19
24	24.36	3.612	41.492	0.68	1.11	0.61	0.16
25	43.1	-31.827	-46.16	2.25	-0.09	-1.32	0.14
26	55.559	-60.059	-77.945	0.66	1.04	0.83	0.15
27	35.566	31.92	110.284	-0.88	0.85	0.67	0
28	72.188	65.195	5.648	0.41	0.84	2.16	0.38
29	0.098	22.685	-1.276	1.18	1.42	1.73	0.38
30	-52.734	-88.74	41.417	-0.36	0.64	2.69	0.01

Таблица 8

Исходные данные для практической работы №6

Номер студента по списку	Эллипсоид	Большая полуось	Обратная величина сжатия
1	Airy 1830	6377563.396	299.324964600
2	Bessel 1841	6377397.155	299.152812850
3	Clarke 1866	6378206.400	294.978698200
4	Clarke 1880 (IGN)	6378249.200	293.466021294
5	Clarke 1880 Tunis	6378249.200	293.466029981
6	GRS 1967	6378160.000	298.247167400
7	GRS 1980	6378137.000	298.257222101
8	Krassowsky 1940	6378245.000	298.300000000
9	Airy 1830	6377563.396	299.324964600
10	Bessel 1841	6377397.155	299.152812850
11	Clarke 1866	6378206.400	294.978698200
12	Clarke 1880 (IGN)	6378249.200	293.466021294
13	Clarke 1880 Tunis	6378249.200	293.466029981
14	GRS 1967	6378160.000	298.247167400
15	GRS 1980	6378137.000	298.257222101
16	Krassowsky 1940	6378245.000	298.300000000
17	Airy 1830	6377563.396	299.324964600
18	Bessel 1841	6377397.155	299.152812850
19	Clarke 1866	6378206.400	294.978698200
20	Clarke 1880 (IGN)	6378249.200	293.466021294
21	Clarke 1880 Tunis	6378249.200	293.466029981
22	GRS 1967	6378160.000	298.247167400
23	GRS 1980	6378137.000	298.257222101
24	Krassowsky 1940	6378245.000	298.300000000
25	Airy 1830	6377563.396	299.324964600
26	Bessel 1841	6377397.155	299.152812850
27	Clarke 1866	6378206.400	294.978698200
28	Clarke 1880 (IGN)	6378249.200	293.466021294
29	Clarke 1880 Tunis	6378249.200	293.466029981
30	GRS 1967	6378160.000	298.247167400

Таблица 9

Исходные данные для практической работы №6

Номер студента по списку	Центральный меридиан	Масштабный коэффициент	Смещение на восток (по оси Y)	Смещение на север (по оси X)
1	39° 00' 00.00"	1.000000000000	500000.000	100000.000
2	38° 29' 00.00"	0.999600000000	400000.000	50000.000
3	39° 01' 00.00"	0.999930000000	350000.000	150000.000
4	38° 28' 00.00"	0.999625769000	300000.000	100000.000
5	39° 02' 00.00"	0.999900000000	500000.000	50000.000
6	38° 27' 00.00"	0.999625540000	400000.000	150000.000

Окончание табл. 9

7	39° 00' 00.00"	0.999601271700	350000.000	100000.000
8	38° 29' 00.00"	1.000000000000	300000.000	50000.000
9	39° 01' 00.00"	0.999600000000	500000.000	150000.000
10	38° 28' 00.00"	0.999930000000	400000.000	100000.000
11	39° 02' 00.00"	0.999625769000	350000.000	50000.000
12	38° 27' 00.00"	0.999900000000	300000.000	150000.000
13	39° 00' 00.00"	0.999625540000	500000.000	100000.000
14	38° 29' 00.00"	0.999601271700	400000.000	50000.000
15	39° 01' 00.00"	1.000000000000	350000.000	150000.000
16	38° 28' 00.00"	0.999600000000	300000.000	100000.000
17	39° 02' 00.00"	0.999930000000	500000.000	50000.000
18	38° 27' 00.00"	0.999625769000	400000.000	150000.000
19	39° 00' 00.00"	0.999900000000	350000.000	100000.000
20	38° 29' 00.00"	0.999625540000	300000.000	50000.000
21	39° 01' 00.00"	0.999601271700	500000.000	150000.000
22	38° 28' 00.00"	1.000000000000	400000.000	100000.000
23	39° 02' 00.00"	0.999600000000	350000.000	50000.000
24	38° 27' 00.00"	0.999930000000	300000.000	150000.000
25	39° 00' 00.00"	0.999625769000	500000.000	100000.000
26	38° 29' 00.00"	0.999900000000	400000.000	50000.000
27	39° 01' 00.00"	0.999625540000	350000.000	150000.000
28	38° 28' 00.00"	0.999601271700	300000.000	100000.000
29	39° 02' 00.00"	1.000000000000	500000.000	50000.000
30	38° 27' 00.00"	0.999600000000	400000.000	150000.000

Таблица 10

Эллипсоидальные координаты точек в WGS84

Номер студента по списку	Широта B	Долгота L	Высота H , м
1	39° 31' 17.77"	55° 27' 23.82"	169.418
2	39° 18' 18.65"	55° 33' 00.18"	170.143
3	39° 38' 31.60"	55° 13' 37.19"	176.825
4	39° 09' 37.67"	55° 36' 19.40"	182.846
5	39° 21' 18.14"	55° 34' 39.77"	173.149
6	39° 42' 01.38"	55° 38' 23.26"	187.011
7	39° 36' 31.97"	55° 31' 15.99"	186.356
8	39° 25' 40.79"	55° 32' 23.50"	149.958
9	39° 32' 27.53"	55° 38' 31.24"	155.545
10	39° 37' 40.92"	55° 26' 22.11"	164.770
11	39° 36' 46.96"	55° 30' 14.83"	167.062
12	39° 40' 31.04"	55° 40' 15.77"	173.151
13	39° 18' 40.34"	55° 35' 31.32"	172.366
14	39° 37' 23.28"	55° 18' 29.92"	173.578
15	39° 40' 53.38"	55° 32' 25.45"	155.889
16	39° 34' 34.75"	55° 29' 13.05"	161.198
17	39° 30' 19.59"	55° 26' 22.04"	172.168

Окончание табл. 10

18	39° 31' 38.27"	55° 36' 27.55"	174.623
19	39° 36' 21.25"	55° 25' 21.59"	174.300
20	39° 29' 15.67"	55° 19' 40.59"	155.734
21	39° 45' 29.42"	55° 47' 38.76"	175.472
22	39° 17' 38.60"	55° 31' 30.52"	177.100
23	39° 33' 33.35"	55° 38' 20.48"	174.159
24	39° 31' 06.44"	55° 32' 40.57"	172.134
25	39° 18' 45.52"	55° 29' 28.73"	151.842
26	39° 50' 31.29"	55° 36' 31.97"	163.355
27	39° 37' 22.13"	55° 18' 27.16"	175.337
28	39° 13' 17.17"	55° 45' 14.79"	157.053
29	39° 39' 21.38"	55° 15' 18.93"	197.659
30	39° 37' 12.39"	55° 31' 41.92"	172.520
31	39° 24' 23.95"	55° 24' 25.21"	173.176
32	39° 39' 18.34"	55° 39' 28.45"	172.396
33	39° 38' 24.96"	55° 38' 34.63"	172.692
34	39° 24' 42.01"	55° 24' 25.37"	179.331
35	39° 36' 23.42"	55° 36' 23.22"	180.654
36	39° 29' 38.94"	55° 29' 31.54"	180.835
37	39° 33' 34.58"	55° 33' 40.12"	171.514
38	39° 18' 25.55"	55° 18' 25.46"	178.072
39	39° 25' 32.39"	55° 25' 28.13"	162.429
40	39° 30' 39.46"	55° 30' 27.48"	175.797
41	39° 34' 28.63"	55° 34' 28.00"	179.638
42	39° 21' 42.41"	55° 21' 35.12"	162.781
43	39° 28' 27.22"	55° 28' 40.65"	175.136
44	39° 23' 34.11"	55° 23' 45.88"	157.651
45	39° 35' 22.42"	55° 35' 42.70"	171.918
46	39° 33' 45.59"	55° 33' 17.77"	164.444
47	39° 45' 29.44"	55° 45' 31.89"	172.910
48	39° 25' 31.26"	55° 25' 27.30"	164.910
49	39° 10' 31.40"	55° 10' 23.31"	171.258
50	39° 22' 31.16"	55° 22' 27.15"	167.814
51	39° 33' 10.87"	55° 33' 27.12"	181.901
52	39° 45' 24.79"	55° 45' 13.71"	162.898
53	39° 29' 32.32"	55° 29' 44.02"	171.171
54	39° 35' 16.41"	55° 35' 34.89"	194.147
55	39° 28' 43.05"	55° 28' 42.41"	171.634
56	39° 37' 39.66"	55° 37' 26.82"	171.771
57	39° 26' 31.02"	55° 26' 23.38"	170.703
58	39° 37' 30.80"	55° 37' 24.08"	178.353
59	39° 35' 44.39"	55° 35' 39.02"	180.909
60	39° 12' 09.54"	55° 12' 18.03"	173.334

Исходные данные для практической работы №6

Номер студента по списку	Точки для преобразования для группы №1	Номер студента по списку для группы №2	Точки для преобразования для группы №3	Точки для преобразования для группы №4
1	1-10	31-40	1-5, 31-35	6-10, 55-59
2	2-11	32-41	2-6, 32-36	7-11, 54-58
3	3-12	33-42	3-7, 33-37	8-12, 53-57
4	4-13	34-43	4-8, 34-38	9-13, 52-56
5	5-14	35-44	5-9, 35-39	10-14, 51-55
6	6-15	36-45	6-10, 36-40	11-15, 50-54
7	7-16	37-46	7-11, 37-41	12-16, 49-53
8	8-17	38-47	8-12, 38-42	13-17, 48-52
9	9-18	39-48	9-13, 39-43	14-18, 47-51
10	10-19	40-49	10-14, 40-44	15-19, 46-50
11	11-20	41-50	11-15, 41-45	16-20, 45-49
12	12-21	42-51	12-16, 42-46	17-21, 44-48
13	13-22	43-52	13-17, 43-47	18-22, 43-47
14	14-23	44-53	14-18, 44-48	19-23, 42-46
15	15-24	45-54	15-19, 45-49	20-24, 41-45
16	16-25	46-55	16-20, 46-50	21-25, 40-44
17	17-26	47-56	17-21, 47-51	22-26, 39-43
18	18-27	48-57	18-22, 48-52	23-27, 38-42
19	19-28	49-58	19-23, 49-53	24-28, 37-41
20	20-29	50-59	20-24, 50-54	25-29, 36-40
21	21-30	51-60	21-25, 51-55	26-30, 35-39
22	22-1	52-31	22-26, 52-56	27-31, 34-38
23	23-2	53-32	23-27, 53-57	28-32, 33-37
24	24-3	54-33	24-28, 54-58	29-33, 32-36
25	25-4	55-34	25-29, 55-59	30-34, 31-35
26	26-5	56-35	26-30, 56-60	31-35, 30-34
27	27-6	57-36	27-31, 57-1	32-36, 29-33
28	28-7	58-37	28-32, 58-2	33-37, 28-32
29	29-8	59-38	29-33, 59-3	34-38, 27-31
30	30-9	60-39	30-34, 60-4	35-39, 26-30

4.3. КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Обработка траектории в программном пакете RTKLIV (табл. 12).

Цель практической работы: Овладеть навыками обработки кинематических ГНСС-измерений в относительном режиме при помощи программного пакета RTKLIV.

Задачи практической работы.

1. В соответствии с табл. №11 и номером варианта выбрать файлы наблюдений для подвижной станции и для базовой станции.
2. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIV) скачать файлы точных эфемерид в формате SP3 для спутников GPS и ГЛОНАСС на период наблюдений.
3. Используя программное обеспечение RTKGET (из программного пакета RTKLIV) скачать файлы ионосферных сеток в формате IONEX.
4. Используя программу RTKPOST (из программного пакета RTKLIV) обработать в режиме «Kinematic» файлы наблюдений. При уравнивании использовать следующие настройки: модель позиционирования - «Kinematic»; частоты – «L1+2»; ионосферная коррекция «Iono-Free LC»; тропосферная коррекция «Saastmoinen»; эфемериды – «Broadcast». Сохраните файл решения (.pos).
5. Используя программу RTKPLOT построить графики «Gnd Trk», «Position», «Velocity», «Accel», «NSat».

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация о высокоточных эфемеридах и ионосферных сетках, информация об относительном позиционировании, информация о кинематическом позиционировании, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3–4 страницы.

- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Изображения, созданные в программе RTKPLOT.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 12

Исходные данные для практической работы №7

Номер студента по списку	Подвижные станции	Базовая станций для группы №1	Базовая станций для группы №2	Базовая станций для группы №3	Базовая станций для группы №4
1	Track_V1	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
2	Track_V2	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
3	Track_V3	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
4	Track_V4	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
5	Track_V5	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
6	Track_V6	CGT_33_1	CGT_34_1	CGT_33_2	CGT_33_4
7	Track_V7	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
8	Track_V8	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
9	Track_V9	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
10	Track_V10	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
11	Track_V1	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
12	Track_V2	CGT_33_2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_33_1
13	Track_V3	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
14	Track_V4	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
15	Track_V5	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
16	Track_V6	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
17	Track_V7	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
18	Track_V8	CGT_33_3	CGT_33_2	CGT_33_1	CGT_34_1
19	Track_V9	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
20	Track_V10	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
21	Track_V1	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
22	Track_V2	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
23	Track_V3	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
24	Track_V4	CGT_33_4	CGT_33_3	CGT_34_1	CGT_33_2
25	Track_V5	CGT_34_1	CGT_33_1	CGT_33_4	CGT_33_3

26	Track V6	CGT 34 1	CGT 33 1	CGT 33 4	CGT 33 3
27	Track V7	CGT 34 1	CGT 33 1	CGT 33 4	CGT 33 3
28	Track V8	CGT 34 1	CGT 33 1	CGT 33 4	CGT 33 3
29	Track V9	CGT 34 1	CGT 33 1	CGT 33 4	CGT 33 3
30	Track V10	CGT 34 1	CGT 33 1	CGT 33 4	CGT 33 3

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Обработка траектории в программном пакете RTKLIB с использованием модели геоида (табл. 13).

Цель практической работы: Овладеть навыками обработки кинематических ГНСС-измерений в относительном режиме при помощи программного пакета RTKLIB с использованием модели геоида.

Задачи практической работы.

1. Используя данные наблюдений из работы №7, выполните обработку данных, используя программу RTKPOST (из программного пакета RTKLIB) в режиме «Kinematic». При уравнивании использовать следующие настройки: модель позиционирования - «Kinematic»; частоты – «L1+2»; ионосферная коррекция «IONEX TEC»; тропосферная коррекция «Saastmoinen»; эфемериды – «Precise». В настройках вывода данных необходимо задать использование ортометрических высот (geodetic), и выбрать модель геоида в соответствии с табл. 12. Сохраните файл решения (.pos).
2. Используя программу RTKPLOT построить графики «Gnd Trk», «Position», «Velocity», «Accel», «NSat».
3. Построить сравнительные графики эллипсоидальных (из работы №7) и ортометрических высот (из работы №8).

Отчёт по выполнению практической работы должен содержать:

- Титульный лист.
- Теоретическую часть: описание используемого программного обеспечения, информация об использовании файлов высот геоида, описание алгоритма выполнения работы. Объём текста 3-4 страницы.

- Список файлов полученных в процессе выполнения работ в следующем формате: «название файла» / «номер задачи, в рамках которой создан файл» / «пояснение по содержанию файла».
- Изображения, созданные в программе RTKPLOT.
- Выводы по выполнению работы.

Электронные материалы по выполнению практической работы должен содержать:

- Архив в формате «rar»/«zip» содержащий исходный файл и все файлы полученный в ходе выполнения практической работы. Названия всех файлов должны соответствовать названиям, указанным в расчёте.

Таблица 13

Исходные данные для практической работы №8

Номер студента по списку	Модель геоида	Номер студента по списку	Модель геоида
1	EGM96-BE (15'')	16	EGM96-BE (15'')
2	EGM96-2008-SE (2.5'')	17	EGM96-2008-SE (2.5'')
3	EGM96-2008-SE (1.0'')	18	EGM96-2008-SE (1.0'')
4	GSI2000 (1x1.5'')	19	GSI2000 (1x1.5'')
5	EGM96-BE (15'')	20	EGM96-BE (15'')
6	EGM96-2008-SE (2.5'')	21	EGM96-2008-SE (2.5'')
7	EGM96-2008-SE (1.0'')	22	EGM96-2008-SE (1.0'')
8	GSI2000 (1x1.5'')	23	GSI2000 (1x1.5'')
9	EGM96-BE (15'')	24	EGM96-BE (15'')
10	EGM96-2008-SE (2.5'')	25	EGM96-2008-SE (2.5'')
11	EGM96-2008-SE (1.0'')	26	EGM96-2008-SE (1.0'')
12	GSI2000 (1x1.5'')	27	GSI2000 (1x1.5'')
13	EGM96-BE (15'')	28	EGM96-BE (15'')
14	EGM96-2008-SE (2.5'')	29	EGM96-2008-SE (2.5'')
15	EGM96-2008-SE (1.0'')	30	EGM96-2008-SE (1.0'')

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. W. Gurtner, RINEX The Receiver Independent Exchange Format Version 2.10, December 10, 2007.
2. J. Kouba, A guide to using International GNSS Service (IGS) products, May 2009.
3. RTKLIB ver. 2.4.2 Manual, April 29, 2013.
4. GNSS Solutions TM Справочное руководство и вспомогательные уроки, 2003-2008 Magellan Navigation, Inc.
5. ГОСТ Р52928-2010 «Система Спутниковая Навигационная Глобальная – Термины и определения», Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
6. P. J. G. Teunissen, A. Kleusberg (Eds.), GPS for Geodesy, 2nd edition, Springer, 1998.

Внутривузовское издание

Подписано в печать 01.11.2017.

Гарнитура Таймс Формат 60×90/16

Бумага офсетная Объем 3,0 усл. печ. л

Тираж 25 экз. Заказ № 00

Отпечатано в УПП «Репрография» МИИГАиК