

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ПУНКТОВ

Н. М. Удовиченко, Н.М. Гришко

Кафедра Маркшейдерского дела, Геодезии и ГИС (ПНТУ)

В настоящее время активное внедрение спутниковых технологий ставит перед исследователями и практиками задачу их рационального использования. Решение этой задачи невозможно без объективного и тщательного анализа влияния различных факторов на результаты наблюдений [1].

В данной статье приведено исследование влияния продолжительности наблюдений на определение координат пунктов. Выполненное исследование представляет интерес для всех спутниковых работ, где необходимо предвидеть время наблюдения для достижения той или иной точности.

Исходными данными для выполнения исследований послужили результаты фазовых спутниковых наблюдений. Материал был получен практически в идеальных условиях, которые я могла искусственно загроублять. Под практически идеальными условиями я понимаю то, что измерения были собраны двухчастотными приемниками фирмы Trimble геодезического класса. Установка приемных антенн выполнялась непосредственно на конструкции пунктов геодинамического полигона без использования штативов, что позволило практически полностью исключить погрешность центрирования. Такие факторы, как геометрия созвездия спутников, возвышения спутников над горизонтом, количество спутников, были благоприятны при проведении сеансов [5].

Общее количество наблюдений (29 векторов) было условно разделено на три группы, в зависимости от длины вектора. 1 группа – вектора длиной до 5 км, 2 группа – длиной от 5 до 10 км, 3 группа – вектора длиной от 10 до 15 км. Длительность всех наблюдений составляет около 5 часов.

Повышение эффективности спутниковых технологий неразрывно связано с рациональной организацией всего комплекса измерений. На коротких линиях и при наблюдениях, по крайней мере, четырех или

пяти спутников с хорошим геометрическим фактором можно получить результаты на сантиметровом уровне точности при продолжительности наблюдений всего в течение нескольких минут [1, 2]. Таким образом, возникает вопрос: оправдано ли продолжительное стояние на пункте? Для ответа на этот вопрос мы провели исследование с помощью фирменного программного продукта – LEICA Geo Office V.4.0.0.0 (Leica, Швейцария). Анализ проводился отдельно по каждому вектору. Временной интервал исследования был принят равным 5 минутам, производилось решение вектора в программном продукте, в дальнейшем интервал наблюдений увеличивался с дискретностью 5 минут до достижения максимального значения 5 часов.

Для каждого вычисленного вектора производился расчет отклонений полученных координат от их наиболее надежного значения. В качестве которого для каждого вектора принимаем значения координат, полученные при максимальных по времени наблюдениях, то есть при продолжительности измерений равной 5h 00'00''. Производим перевод геоцентрических отклонений в топоцентрическую горизонтную систему. Смещения по осям x и y являются составляющими смещений в плане.

После выполнения расчетов строились графики для средних значений отклонений каждого интервала в группе. По оси x графика откладываем продолжительность моделируемых измерений от 5' 00'' до 5h 00' 00'', по оси y смещения в плане или по высоте, выраженные в метрах. Также на графиках отображаем среднее значение геометрии спутников (GDOP), линию тренда смещений, максимально точно отображающую график смещений в пределах исследуемого временного интервала, то есть пяти часов, среднюю квадратическую погрешность рассчитанных отклонений и её линию тренда.

После выполнения расчетов и анализа полученных графиков можно сделать следующие выводы: с увеличением продолжительности измерений точность определения координат возрастает. При выполнении работ по определению координат спутниковыми приемниками паспортная ошибка в горизонтальной плоскости, в зависимости от длины, составляет 5 мм + 1 мм на 1 км, ошибка по высоте составляет 10 мм + 2 мм на 1 км (на рисунках она показана заштрихованной областью). Для достижения данной точности в плане необходимо наблюдать не менее 13' 35" для 1 группы, 20' 10" – для 2-й, 9' 57" – для 3-й (рис. 1), по высоте необходимое время наблюдений для всех групп не менее 5' (рис. 2). Для выполнения измерений, по точности не превышающих предельную

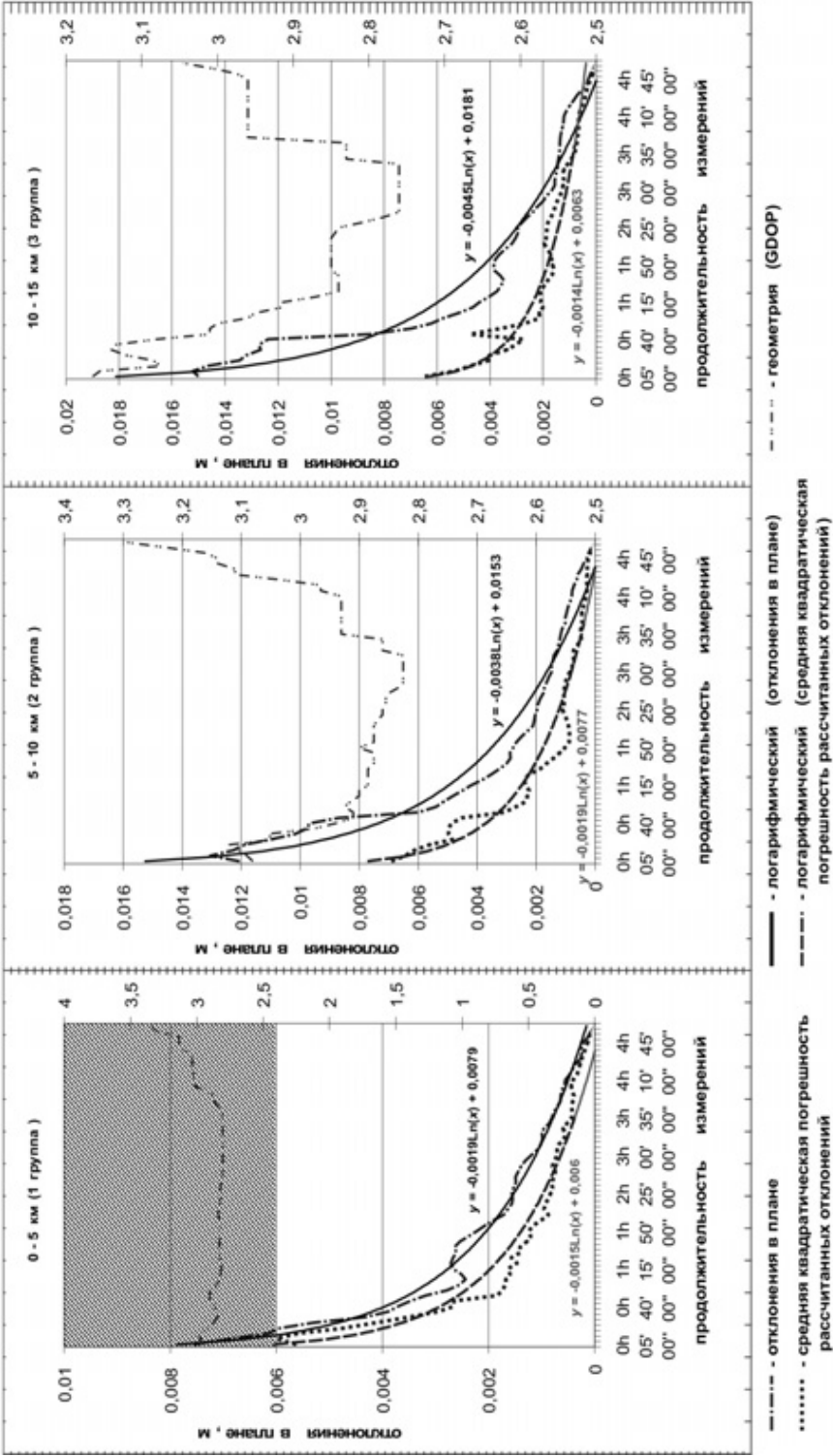


Рис. 1. Зависимости смещений в плане от продолжительности спутниковых наблюдений

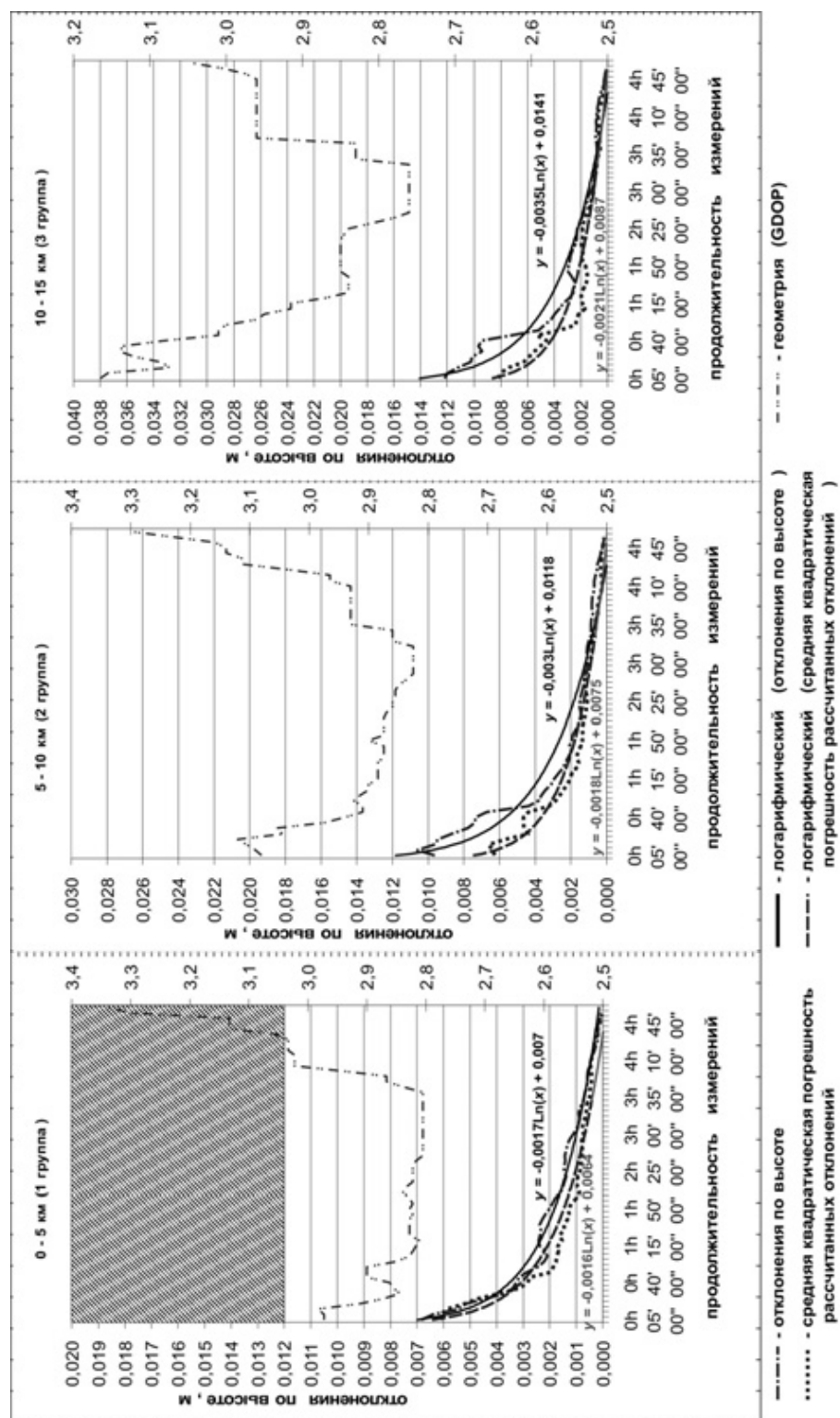


Рис. 2. Зависимости смещений по высоте от продолжительности спутниковых наблюдений

(удвоенную) паспортную погрешность, наблюдения необходимо выполнять не менее 5' для всех групп векторов.

Для работ высокой точности, где имеют значение первые миллиметры, выполнять измерения необходимо так долго, как это возможно. Если принять, что абсолютные отклонения от наиболее надежного значения не должны превышать 1 мм как в плане, так и по высоте, то, исходя из экспериментальных данных, стоять на станции необходимо не менее 3h 41' – для 1-й группы, 3h 57' – для 2-й группы, 4h 25' – для 3-й в плане; по высоте – 3h 35' для 1-й группы векторов, 3h 46' для 2-й и 4h 05' для 3-й.

В заключении следует сказать, что все вышеприведенные выводы были сделаны относительно наиболее надежного значения, в качестве которого мы приняли значение компонент вектора при продолжительности измерений 5h 00' 00", точность и истинная величина которого неизвестны. При увеличении продолжительности наблюдений на точке свыше необходимого точность возрастает незначительно, поэтому если мы хотим увеличить абсолютную точность определения координат, то лучше приехать на пункт ещё раз при других условиях и в другую эпоху наблюдения, чем увеличивать необходимое время стояния.

Список литературы

1. Генике А.А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. – 2-е изд. – М.: Картгеоцентр, 2004.
2. Серапинас Б.Б. Введение в ГЛОНАСС и GPS измерения: учеб. пособие / Б.Б. Серапинас. – Ижевск: Удм. гос. ун-т, 1999.
3. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС/ под ред. В.Н. Харисова, А.И. Перова, В.А. Болдина. – М.: ИПРЖР, 1998.
4. Руководство пользователя “Printed Documentation LGO 4.0”.
5. Выполнение инструментальных наблюдений на геодинамическом полигоне АГКМ и технико-методическое сопровождение работ: отчет. – Пермь, ПГТУ, 2006.