

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НАЛОЖЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ  
ДАННЫХ СПУТНИКОВОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ.**

*Суяргулов Данияр Яганурович*  
[daniyarsuyargulov80@gmail.com](mailto:daniyarsuyargulov80@gmail.com)

Магистрант 2-го курса ОП 7М07311-«Геодезия», кафедры «Геодезия и картография»  
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, г. Нур-Султан, Республика Казахстан  
Научный руководитель – к.т.н., профессор Аукажиева Ж.М

**Аннотация:** В данной статье описан процесс применения современного метода обработки данных с полевых геодезических съемок динамических объектов с применением ГНСС. Целью статьи является показать, насколько эффективен метод наложения интервалов при ГНСС-съемки для выявления пространственных смещений динамических объектов. Применение данного метода обработки данных позволит получить более детальную картину при мониторинге смещений, что позволит в точности определить состояние конструкции и предсказать её будущие деформации.

**Ключевые слова:** геодезическая съемка, ГНСС (глобальные навигационные спутниковые сети), мониторинг, динамическая конструкция, ровер, базовая станция, интервал съемки.

Создание спутниковых методов наблюдений дало новые возможности при проведении геодезического мониторинга зданий, сооружений и геологических процессов. Геодезический мониторинг с применением ГНСС активно используется для исследований районов с повышенной сейсмической опасностью; при оползневом мониторинге бортов карьеров; при геодезическом мониторинге динамических конструкций по типу башен, мостов и т. д. Но стоит отметить, что разработка новейших технических решений в сфере геодезии подразумевает под собой разработку и современных подходов при решении геодезических задач [1]. Иными словами, при использовании современного геодезического оборудования необходимо применение также современных способов полевых и камеральных работ в замены традиционным методам. Поэтому для решения вопросов обработки данных мониторинга смещений был разработан метод наложения интервалов съемки с применением ГНСС.

Как уже понятно из названия метода интервалов, главную роль здесь играет длительность тех самых интервалов. Применение одночасовых интервалов является допустимым параметром съемки, но приводит к усреднению результатов полученного смещения конструкции. Интервалы в 1 час можно применять при мониторинге объектов, не подверженных сильной деформации, либо при создании обзорной модели для отражения общей картины смещений. При наличии требования к показу более детального смещения конструкций применяются интервалы длиной 15–20 минут. И следуя по данной логике, чем меньше у нас будет временной интервал, тем более детально будут показаны изменения объекта в пространстве. Данный факт объясняется тем, что за малый промежуток времени производится большее количество промежуточных измерений. Однако при обработке спутниковых измерений всегда существует опасность - использование коротких интервалов может привести к некачественному решению. Как показывает зарубежный опыт применения ГНСС, при отсутствии объектов, отражающих сигнал, достаточном количестве спутников и оптимальном геометрическом положении использование интервалов по 10–15 минут для обработки наблюдений в режиме статики позволяет получить решение, соответствующее требуемому уровню точности оборудования. Но если условия отличаются от идеальных, использование 10-минутных интервалов становится рискованным и может повлиять на точность конечного результата, поэтому длину интервала нужно выбирать, отталкиваясь от внешних условий съемки [2].

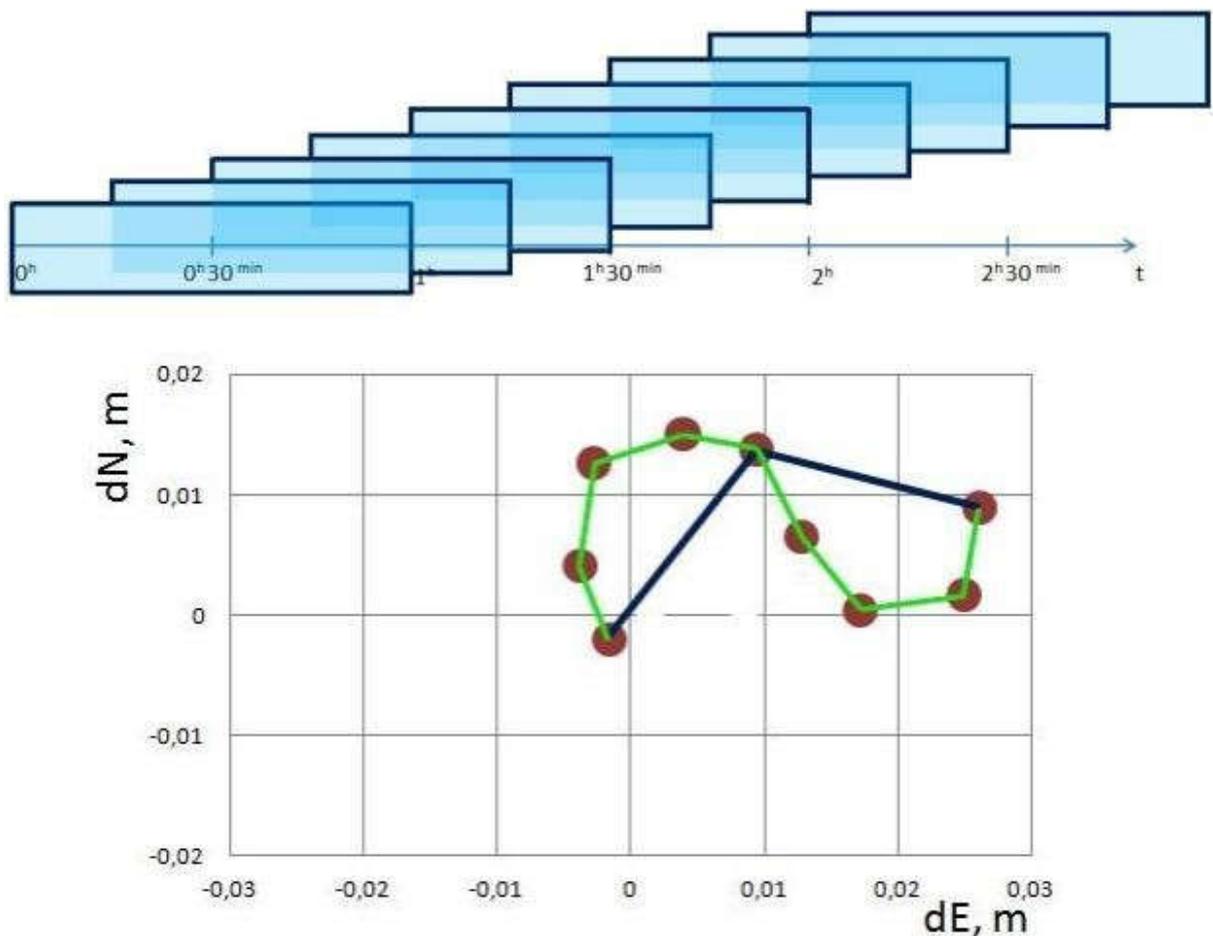


Рисунок 1. График смещений с применением обработки по методу интервалов в 1 час.

Как видно на рисунке 1, метод наложения интервалов хорош тем, что позволяет получать координаты промежуточных точек. Из вышесказанного промежуточные точки повышают детализацию выявляемых смещений антенны приёмника и позволяют точнее отобразить динамику точки стояния прибора. Повышение детальности выявления смещений является, по сути, увеличением точности определения координат антенны, закреплённой на динамическом объекте, т. к. более детальная траектория на любой момент времени показывает более близкое к реальному положение антенны.

Одним из параметров, характеризующих точность измерений, является значение RMS. Согласно теории, RMS характеризует внутреннюю сходимость результатов измерений. Если взять систематическую ошибку за постоянную величину, как например погрешность за переотражение сигнала, то данная ошибка незначительно отразится на показателе RMS. Действие постоянной по величине систематической ошибки, вызванной, например, действием переотражённого сигнала, может не отразиться на значении RMS [3]. Однако существует вероятность погрешности при коротких съёмочных сессиях в случае, если переотражённый сигнал действует в течение всего интервала обработки. Одним из преимуществ применения метода наложения интервалов — это исключение влияния переотражённости сигнала на результат измерений. Данное преимущество объясняется тем, что всегда найдётся несколько интервалов, включающих в себя момент начала или окончания действия переотражённого сигнала [4].

При выборе длины интервала стоит обратить внимание на скорость смещения антенны постоянно действующей базовой станции. Данная величина может быть разной в зависимости от типа объекта: для плотин и малоэтажных домов может составлять миллиметры, а для радиовышек и телебашен смещение доходит до метра. Соответственно, скорости смещений измеряются от мм/ч до дм/ч и, в исключительных случаях, в м/ч.

Логично, что при высоких скоростях смещений станции обработка с применением длинных интервалов даст некачественный результат. В теории скорость изменения положения некоторых элементов конструкции может быть рассчитана по исходным данным о параметрах сооружения. Однако как показывает практика не всегда данные расчеты совпадают с действительностью: это объясняется множеством факторов, к примеру, внешних условий, периода эксплуатации и т. д [5].

Для более глубоко изучения зависимости величины интервала от скорости смещения были выполнены наблюдения с использованием ГНСС-приемников. Для исследования зависимости предельной величины интервала от скорости смещения антенны приёмника, закреплённого на динамическом объекте, нами были проведены наблюдения с использованием ГНСС-приёмников Trimble R8S (рисунок 2). Данное оборудование способно принимать сигналы большинства систем спутникового геопозиционирования (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Beidou).



Рисунок 2. Приемник Trimble R8S

По результатам полевых съёмок был построен график, отражающий зависимость величины интервала от скорости смещения антенны приёмника (рисунок 3). Он позволяет определить предельную величину интервала обработки в зависимости от скорости смещения сооружения. В случае если для определённой скорости взять длину интервала больше предельных значений, представленных на графике, вероятно получение некорректного решения.

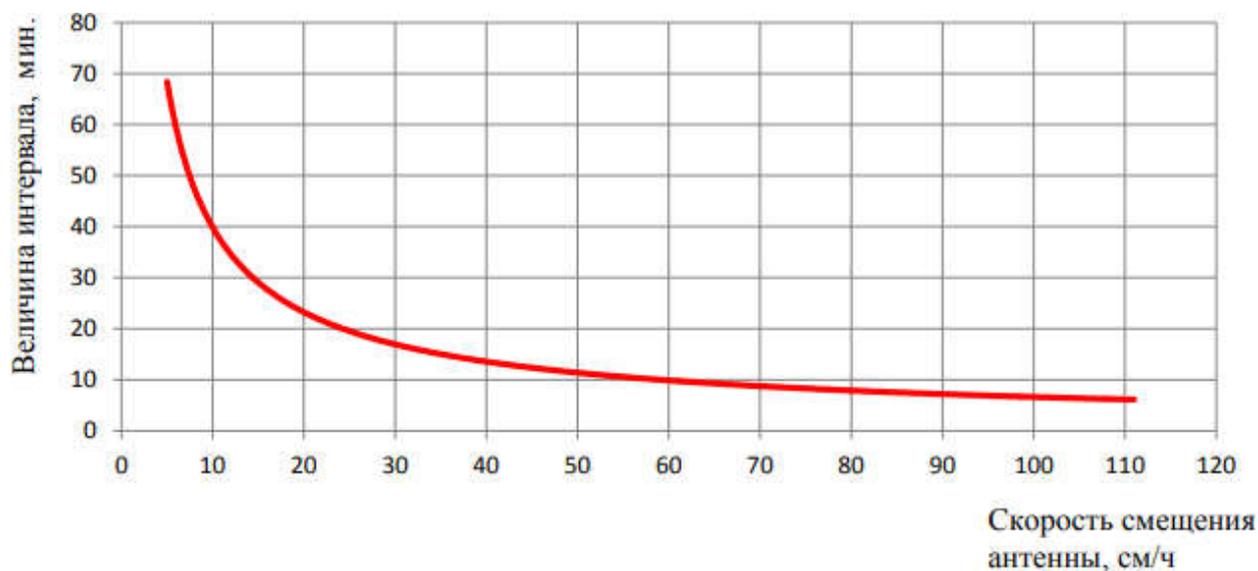


Рисунок 3. График зависимости величины интервала от скорости смещения антенны приёмника

Касаемо интервалов длины от 1 до 5 минут, то здесь возможна обработка измерения даже с высокими скоростями смещений, вплоть до метров в час. Однако, такие результаты требуют входные данные, обладающие высокой точностью и четким сигналом. Подводя итоги, можно сказать, что метод наложения интервалов обладает рядом преимуществ, но как и другие методы требует определенных условий съемки. Достаточное количество спутников на протяжении всего периода измерений, геометрия сети мониторинга, переотражение сигналов от посторонних объектов – все это приводит к уменьшению точности определения координат.

#### **Список использованной литературы**

1. Федосеев Ю. Е., Фялковский А. Л. Проблемы создания и совершенствования инновационных геодезических технологий / Материалы девятой Международной научно-практической конференции 141 "Геопространственные технологии и сферы их применения". М.: Информационное агентство "Гром", 2013. С. 15-16.
2. Шануров Г. А., Мельников С. Р. Геотроника. Наземные и спутниковые радиоэлектронные средства и методы выполнения геодезических работ. М.: УПП "Репрография" МИИГАиК, 2001. 136 с.
3. Федосеев Ю. Е. Концепция организации и проведения геодезического мониторинга инженерных объектов и урбанизированных территорий для оценки деформационных рисков / Сборник "Предотвращение аварий зданий и сооружений". Выпуск №49, М., 2010. С. 347-369.
4. Серапинас Б. Б. Глобальные системы позиционирования. М.: ИКФ "Каталог", 2002. 104 С.
5. Михайлов С. Влияние многолучёвости распространения радиоволн от навигационного космического аппарата на точность определения координат GPS-приёмником // Беспроводные технологии. 2006. №2. С. 60-71.

ӘӨЖ 528.8

### **«ГИС ПАНОРАМА» БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖИЫНТЫҒЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК СИПАТТАҒЫ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БАҒАЛАУ ЖӘНЕ БОЛЖАУ.**

**Тоймағанбет Нұрмира Бимағанбетқызы**

[nurmira.27.09.99kz@mail.ru](mailto:nurmira.27.09.99kz@mail.ru)

7M07311-«Геодезия» ББ I курс магистранты, «Геодезия және картография» кафедрасы,  
Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы  
Ғылыми жетекші – т.ғ.к., доцент Саттаров С.С

Бүгінгі таңда біздің еліміздің кең аумақтары, табиғи апаттар мен техногендік апаттардың пайда болу жиілігінің жоғарылауы, сондай-ақ олардан шалғай аудандарды қорғауға қаражаттың жетіспеушілігі жағдайында ГАЖ технологиялары арқылы төтенше жағдайларды бақылау жүйесін құру өте өзекті болып табылады.

Ғарыштық мониторингті қолдану төтенше жағдайлар ошақтарын анықтауға жұмсалатын шығындарды азайтуға және оларды анықтау процесін автоматтандыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, ГАЖ пакеттеріндегі мәліметтерді өңдеу және картографиялық материалдарды пайдалану төтенше жағдайларға кеңістіктік талдау жасауға және соңғы пайдаланушылар үшін есептерді автоматты түрде құру үшін олардың мәліметтер базасын құруға мүмкіндік береді. ГАЖ технологиялары арқылы төтенше жағдайларды модельдеудің алынған кеңістіктік нәтижелерін қолдана отырып, бірқатар аналитикалық операцияларды жүргізуге болады: зақымдану аймағына түскен құрылыстарды анықтау, объектілердің апат аймағынан қашықтығын есептеу, эвакуация