

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

По теме:

### «Создание пилотной системы мониторинга горизонтальных и вертикальных перемещений стен камер шлюзов»

#### Содержание

Введение .....	1стр.
1. Задачи и состав наблюдений .....	1стр.
2. Результаты наблюдений .....	4стр.
3. Выводы.....	17стр.
4. Некоторые наблюдения по взаимному влиянию шлюзов 30 и 31 друг на друга при наполнении и опорожнении.....	19стр.
5. Приложения.....	22стр.

Введение.

Отчет составлен по результатам натурных наблюдений, проведенных в период с 07 ибля 2015 года по 18 августа 2015 на шлюзах 30 и 31 Волгоградского гидроузла. Ра боты велись в соответствии с договором на выполнение научно-технических работ № 01/15 от «16» марта 2015 г.

Работы проводились с целью опробовать применение автоматизированной технологии наблюдений (мониторинг) за состоянием стенок шлюзовых камер геодезическими методами, с применением высокоточных электронных тахеометров – автоматов. Определить с какой точностью данная система может фиксировать перемещения стен камер относительно друг друга.

#### 1. Задачи и состав наблюдений.

##### 1.1 Определение трехмерных перемещений контрольных точек, расположенных на стенках шлюзов относительно базовой точки (точка установки высокоточного электронного тахеометра)

Определение трехмерных перемещений контрольных точек выполняется электронным тахеометром ТМ30 полярным способом. Технические характеристики тахеометра в приложении № 2. Схемы расположения оборудования в приложениях 1 и 5.

Тахеометр установлен на пилоне трубчатой конструкции, управляющий промышленный компьютер смонтирован в специальном ящике в непосредственной близости от пилона и соединен с тахеометром кабелем.



Контрольные точки закреплены призмами, попарно, на противоположных стенках секций 2,4,5,8 шлюзов 30 и 31. Расстояние до самой дальней точки составляет 266,5 метра (31-22), до самой ближней 46,7 метра (30-81).



Управляющее ПО GeoMos обеспечивает выполнение программы наблюдений. Программа наблюдений подразумевает периодическую установку тахеометра на пилоне для проведения очередного цикла наблюдений и включает следующие операции:

- периодическое переопределение координат базовой точки и ориентирование прибора методом обратных либо линейно-угловой, либо линейной засечки перед началом очередного цикла наблюдений.
- определение координат контрольных точек полярным способом при двух кругах каждые 5 минут.
- снятие отсчетов с комбинированного датчика температуры и давления каждые 10 минут. Полученные данные используются для автоматического введения поправок в измеренные тахеометром линии.

Контрольные точки на шлюзе 30 и 31 объединены в две группы, для каждой группы действует вышеуказанная программа.

Данные поступают на управляющий компьютер и хранятся в SQL базе данных, средствами приложений GeoMos просматривается и визуализируется как оперативная информация, так и информация из БД.

## **1.2 Контроль стабильности положения базовой точки (точки установки высокоточного электронного тахеометра)**

Для контроля стабильности положения пилона с электронным тахеометром предусмотрено его периодическое переопределение относительно четырех

твердых пунктов методом обратной засечки. Твердые пункты закреплены



призмами на стабильном основании.

Переопределения выполняются с периодичностью один раз в сорок минут. Автоматическое обновление координат тахеометра не выполняется, собранные данные используются только для контроля.

### 1.3 Определение плано-высотных смещений и кренов стенок шлюзовых камер посекционно в моменты шлюзований относительно друг друга.

Относительное плано-высотное положение стенок шлюзов друг относительно друга, как за длительный период, так и в периоды шлюзований определяется посредством вычислений или непосредственных измерений горизонтальных проложений между парными точками на противоположных стенках секций.

Горизонтальные проложения в данном проекте получают несколькими способами, основанными на разных принципах. Сходимость результатов между разными способами говорит об их надежности.

- первый способ: периодическое вычисление расстояний между двумя контрольными точками по их координатам. Координаты контрольных точек получены тахеометром. Реализуется в проекте при помощи виртуального датчика (вставленной в управляющее ПО формулы) для которого назначается программа наблюдений (вычислений). В проекте период вычислений 5 минут. Преимущества способа – количество определяемых расстояний может быть достаточно велико, без существенного увеличения стоимости оборудования.

Ограничения – точность полученных полярным методом координат контрольных точек и соответственно, вычисленных расстояний, зависят от внешних условий. В проекте вычисляется 8 линий.

- второй способ: определить горизонтальные перемещения контрольных точек в направлении перпендикулярном оси шлюза при помощи высокоточных датчиков углов наклона. Два датчика Nivel установлены на шлюзе №30 на противоположных стенках 8 секции.



Управление датчиками ведет ПО GeoMos. Для вычисления горизонтальных смещений тоже применяется виртуальный сенсор (формула), для пересчета угла наклона в линейное смещение. В качестве одного из множителей формулы используется высота стенки шлюза, в проекте принята величина в 20 м., вычисления смещения выполняются каждую минуту. В проекте использованы два датчика угла наклона (технические данные в приложении № 4), закрепленные на противоположных стенках секции номер 8, 30 шлюза. Для получения общего изменения длины линии между двумя противоположными

стенками. результаты, полученные по формулам для каждого датчика складываются и могут быть выведены в виде графика, как отдельный виртуальный сенсор. Преимущества способа – полностью автоматическая и практически не обслуживаемая работа, после установки и наладки. Высокая чувствительность датчиков, прямое измерение величин наклонов стенок шлюза в двух плоскостях. Ограничения – достаточно высокая стоимость при большом количестве датчиков.

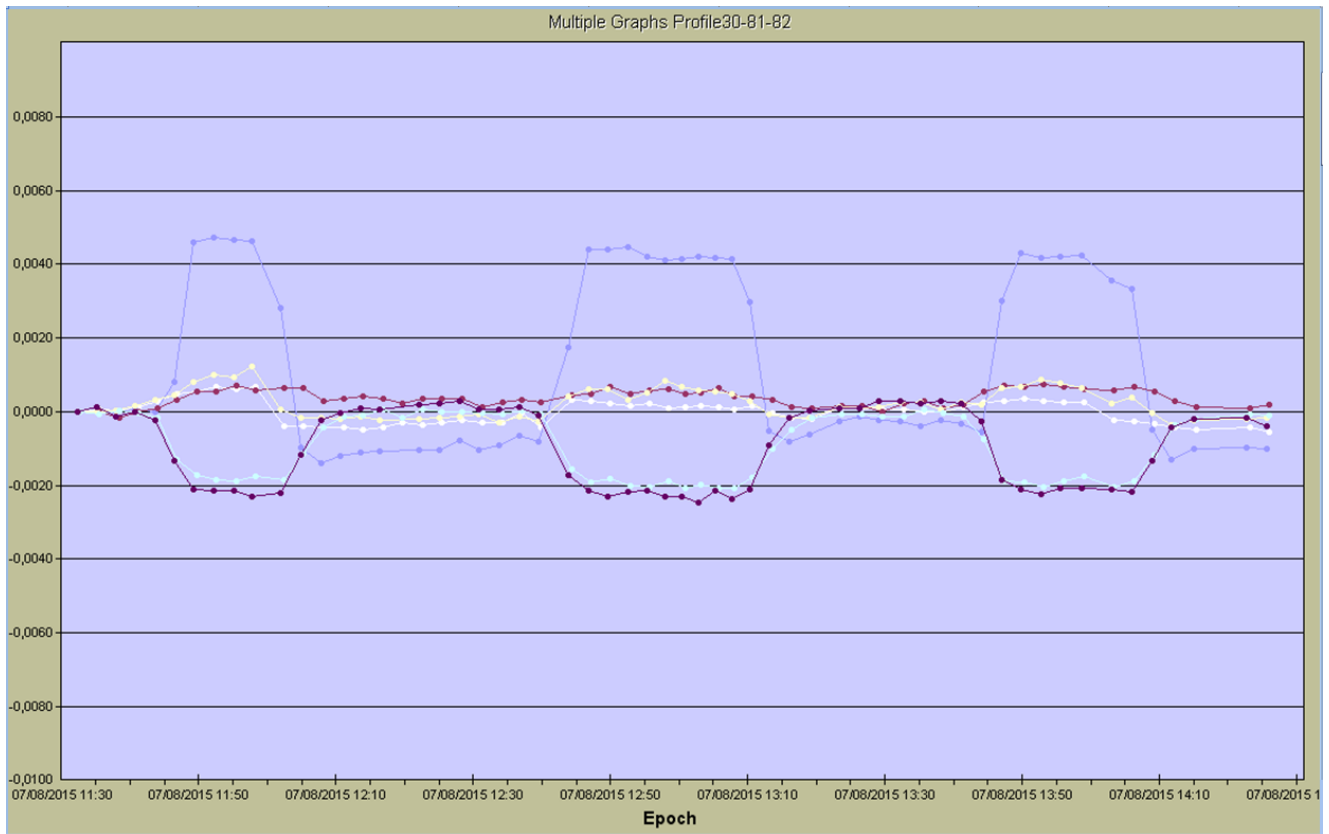
- третий способ: непосредственное измерение расстояний между двумя противоположными стенками секции шлюза при помощи высокоточного тахеометра. В этом случае тахеометр устанавливается в створе с парой точек в нескольких метрах от ближайшей. Ошибка установки тахеометра не точно в створе может быть достаточно велика, поскольку вносимая в горизонтальное проложение ошибка за нестворность, например, в 5 см будет на уровне 0.25 мм при расстоянии до ближней точки 5 метров. Погрешность измерения линии тахеометра ТМ30 составляет 0,6 мм. Искомое расстояние определяется как разность расстояний до ближайшей стенки секции шлюза и до дальней. Состав оборудования – электронный тахеометр, управляющее ПО на мобильном ПК, датчик температуры и давления. Порядок работ: тахеометр устанавливается на штативе или специальном кронштейне в створе с парой точек, ориентируется на дальнюю точку из пары, запускается управляющая программа, выполняются автоматические измерения с заданной периодичностью, формируется текстовый файл отчета с измеренными расстояниями. После оборудования может быть переставлено на следующую пару точек.

## **2. Результаты наблюдений**

### **2.1 Трехмерные перемещения контрольных точек**

#### **2.1.1 В периоды шлюзований**

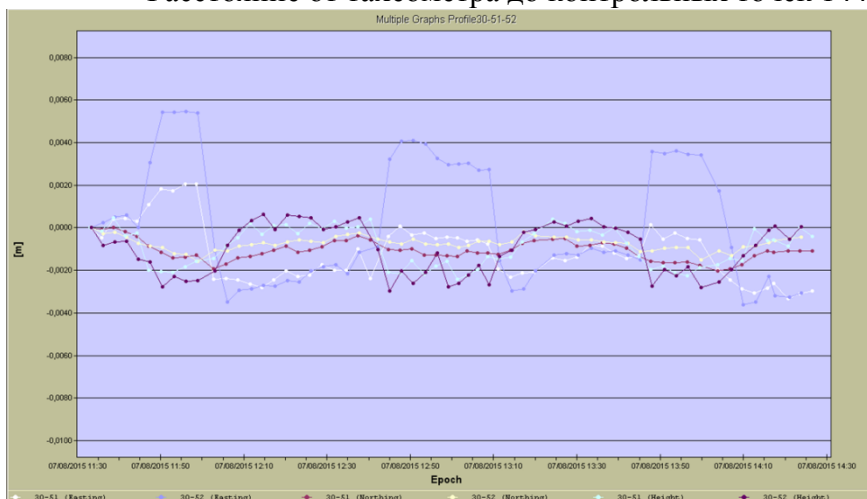
Ниже на графике отражен характерный для всего периода наблюдений отрезок, содержащий данные по трем шлюзованиям в период 07.08.2015 с 11ч. 30 мин. до 14 ч. 20 мин. Среднее расстояние для данных контрольных точек от тахеометра составляет 46,7 метра. Возвратные деформации в плане по точке 30-81 в среднем составляют 0.4 – 0.5 мм, по точке 30-82 в среднем 4,2 -4.5мм. в направлении перпендикулярном оси шлюза. В направлении вдоль оси в среднем 0.3 -0.5 мм для обеих точек. По высоте видны четко зафиксированные упругие деформации величиной 2мм. для обеих точек. Для наглядности на графиках показаны изменения относительно первого измерения во взятом временном интервале.



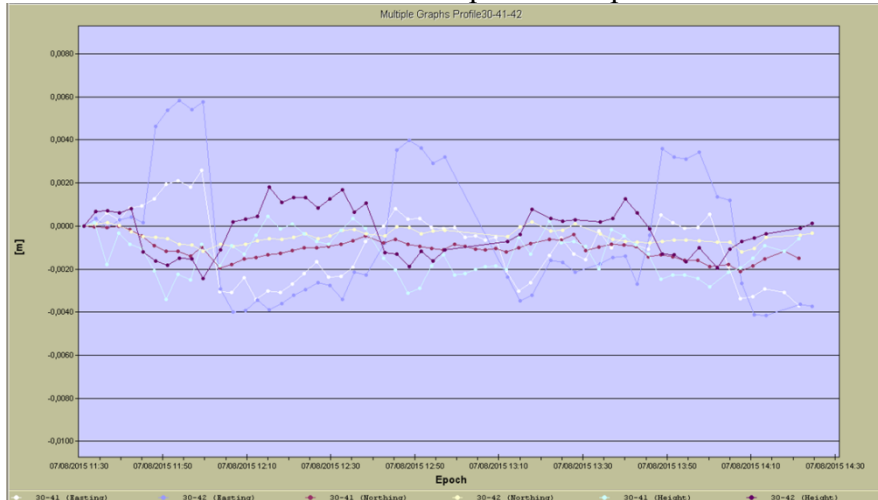
- 30-81TPS (LongDisp)** смещение точки 30-81 перпендикулярно оси шлюза
- 30-82TPS (LongDisp)** смещение точки 30-82 перпендикулярно оси шлюза
- 30-81TPS (TransDisp)** смещение точки 30-81 вдоль оси шлюза
- 30-82TPS (TransDisp)** смещение точки 30-82 вдоль оси шлюза
- 30-81TPS (HeightDisp)** смещение точки 30-81 по высоте
- 30-82TPS (HeightDisp)** смещение точки 30-82 по высоте

Наблюдения выполнялись в солнечную погоду при сильной рефракции. Влияние внешних факторов (в частности рефракции) на результаты наблюдений хорошо видно на приведенных ниже графиках.

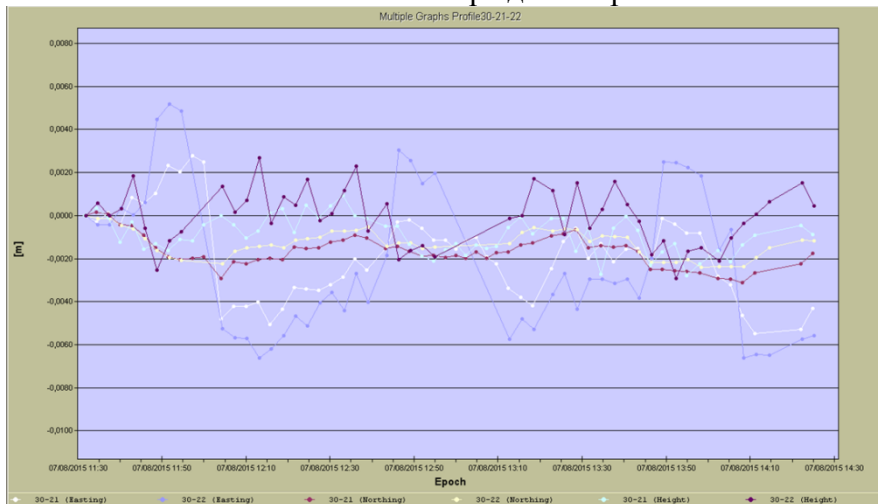
Расстояние от тахеометра до контрольных точек 144 метра:



## Расстояние от тахеометра до контрольных точек 174 метра:

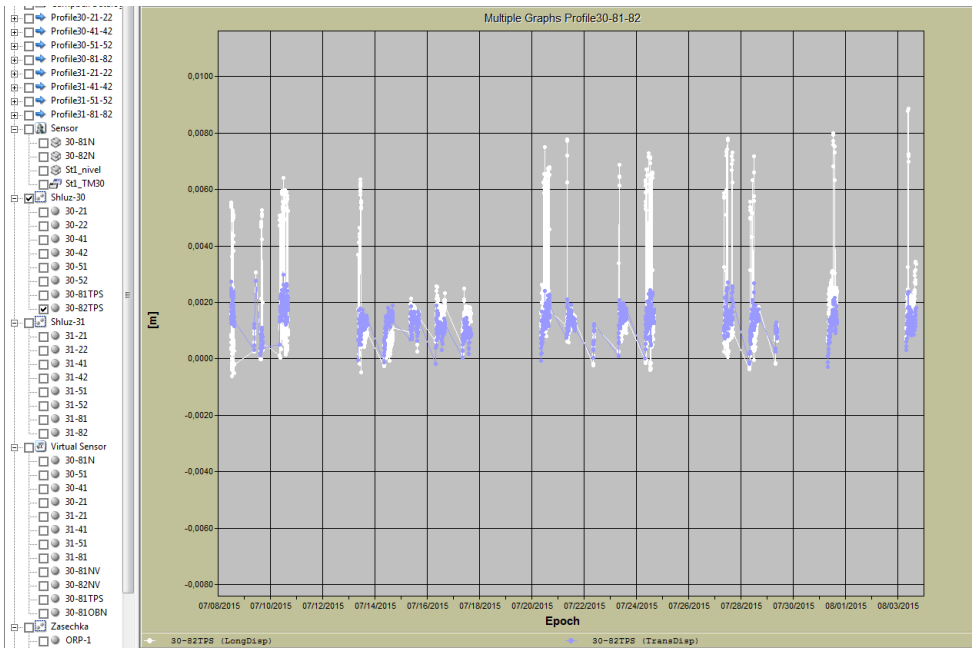


## Расстояние от тахеометра до контрольных точек 235 метров:



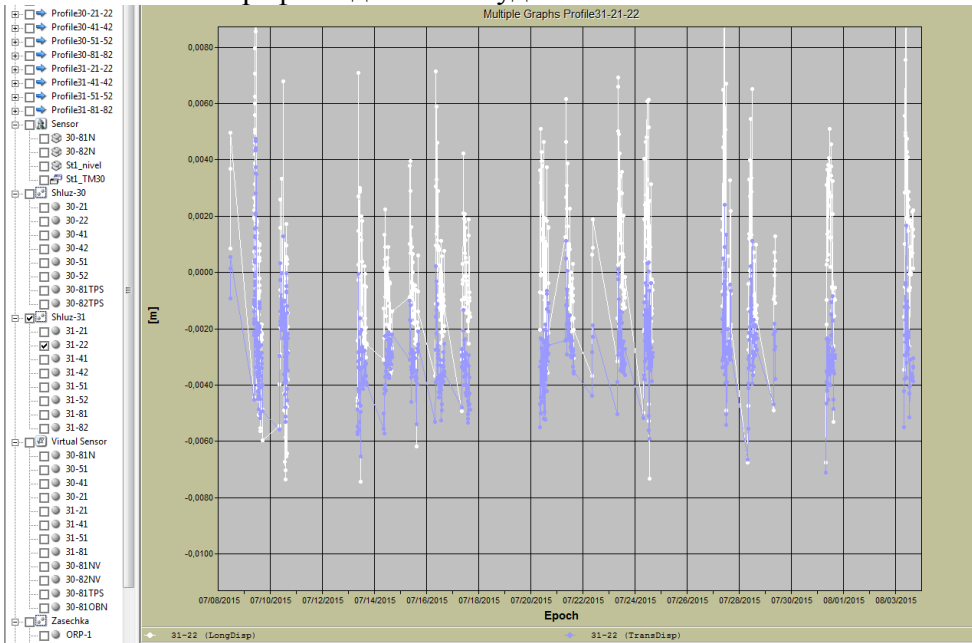
## 2.1.2 За длительный период (в данном отчете за период с 8 июля по 3 августа 2015 г.)

Поскольку измерения выполнялись только в рабочее время с 8 часов утра и до 17 часов на графике видны группы измерений по каждому такому отрезку времени. Выбросы вверх от каждой группы это зафиксированные в момент шлюзования смещения. На графиках зафиксированы смещения относительно нулевого цикла наблюдений, направленные перпендикулярно оси шлюза (белый цвет) и вдоль голубой. В примере точка 30-82. По графику видно, что колебания величины смещения точки 30-82 за весь период наблюдений лежит в диапазоне  $\pm 2$  мм., а возвратные деформации при шлюзовании не превышают 5 мм. (с учетом того, что все замеры выполнялись днем при средней температуре  $+35$  градусов)



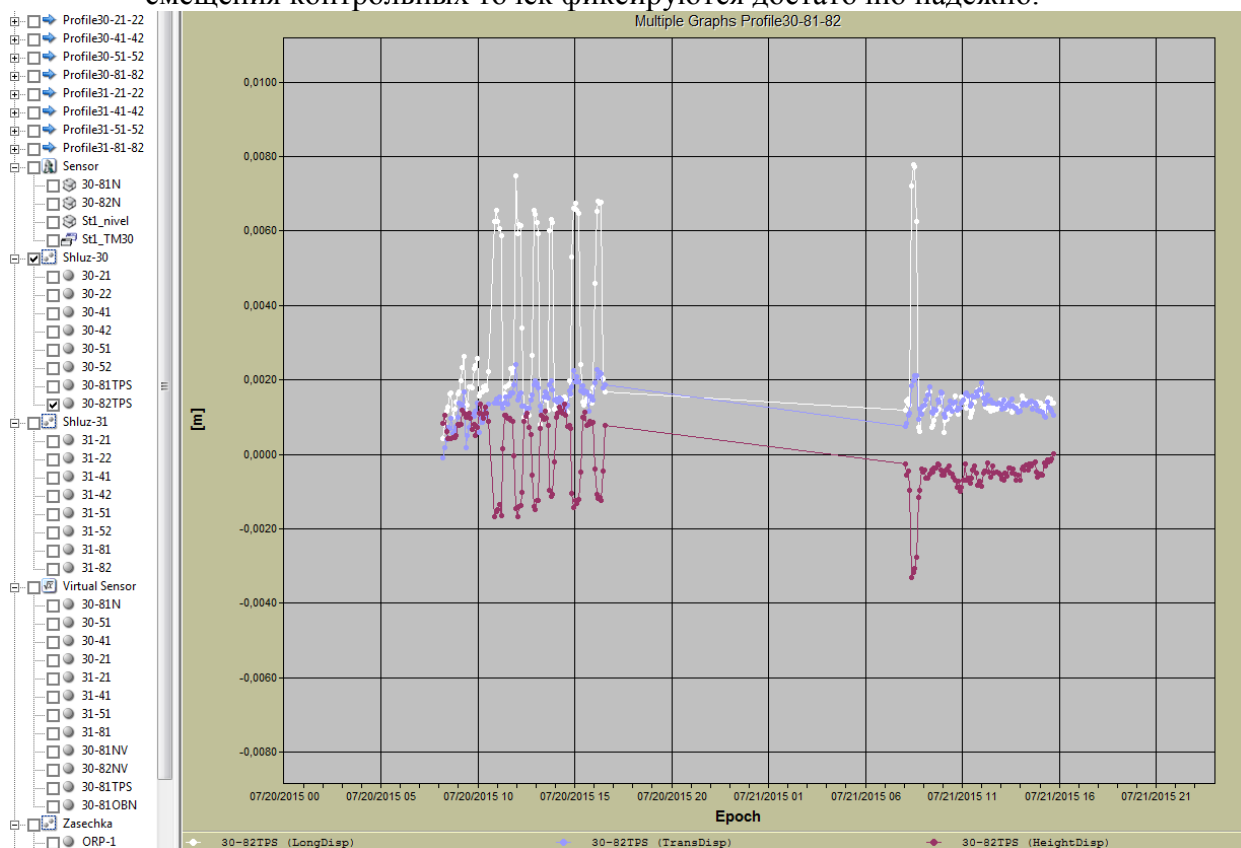
Шлюз 30 точка 82

Ниже графики для самой удаленной точки



Шлюз 31 точка 22

На графике ниже пример со смещением по высоте. Для наглядности масштаб увеличен по сравнению с предыдущим графиком. Наглядно показано, что смещения контрольных точек фиксируются достаточно надежно.

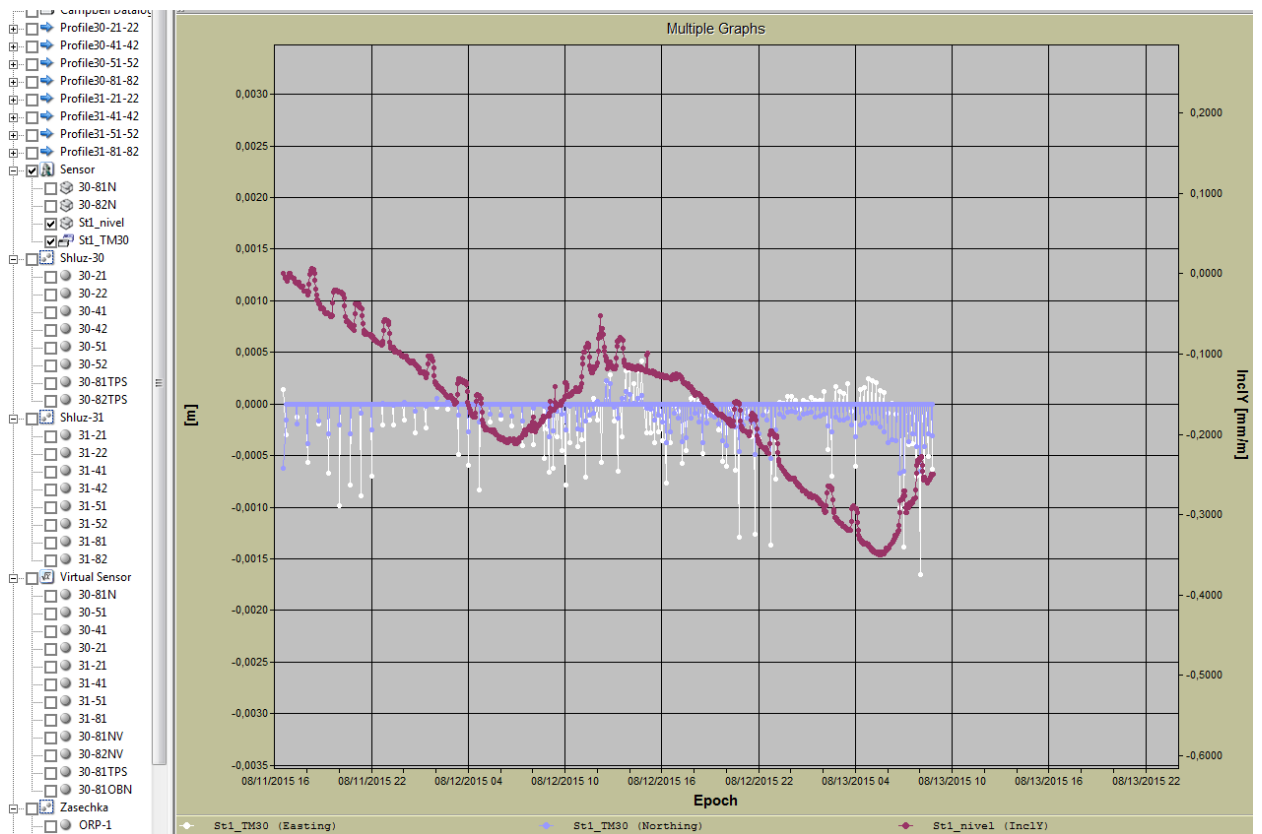


## 2.2 Контроль стабильности положения тахеометра

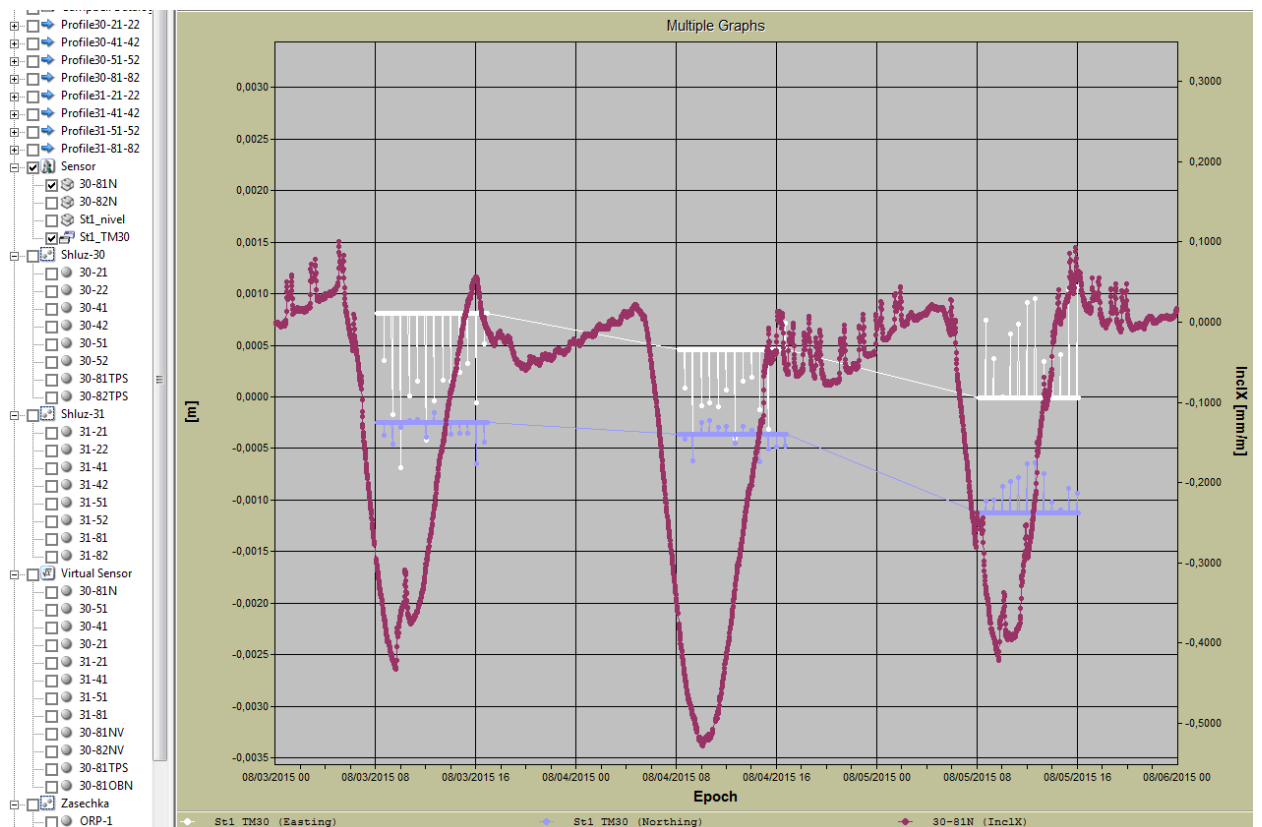
Во время проведения работ было опробовано два способа контроля стабильности положения тахеометра: 1 – периодическое переопределение координат методом обратной линейно-угловой засечки и 2- методом линейной засечки. Во время эксперимента автоматическая засечка выполнялась с периодом от 40 мин до 15 минут. Координаты станции от которых рассчитывались координаты контрольных точек принимались по результатам засечки выполненной вручную в начале каждого рабочего дня, результаты автоматических повторных измерений использовались только для оценки работы системы.

На графиках ниже: сплошная полоса – координаты станции определенные вручную, отдельные точки – определенные в автоматическом режиме. Так же на графиках показана кривая отсчетов по датчикам углов наклона, по которой можно видеть моменты шлюзования о не учитывать координаты тахеометра в это время, поскольку, как выяснилось, пилон с тахеометром перемещается вместе с сооружением.





Обратная засечка, линейная, в автомате разброс координат +/- 0,25мм



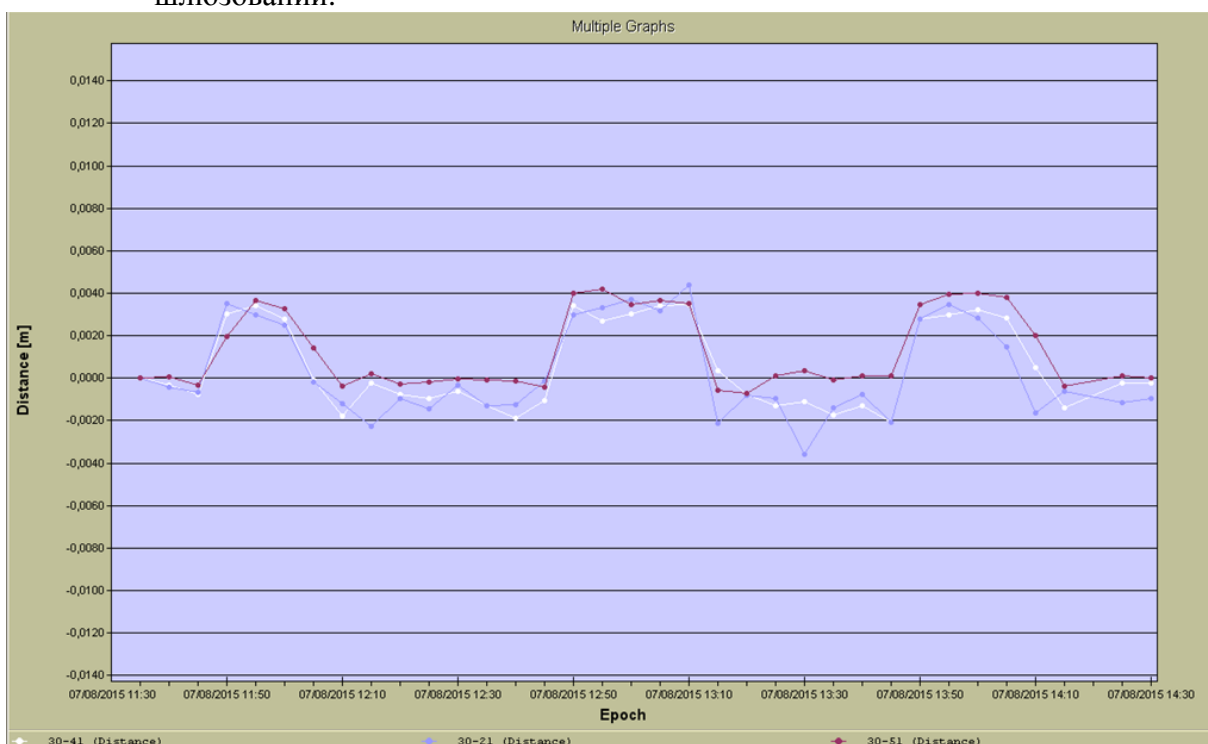
Обратная засечка, линейно-угловая, в автомате разброс координат + - 0,5мм  
Разброс результатов полученных из линейной засечки в 2 раза меньше.

## 2.3 Определение изменения расстояния между стенками шлюзов

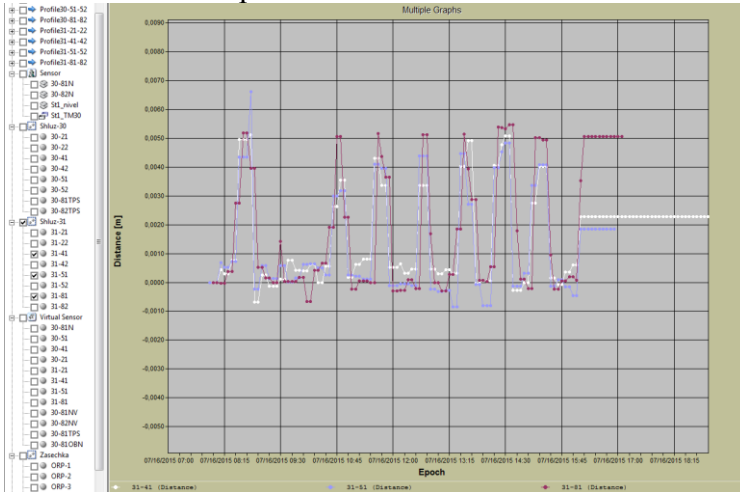
### 2.3.1 полярным способом, по результатам измерений тахеометром

На графиках представлены вычисленные расстояния между контрольными точками, удаленными от тахеометра на расстояниях 144, 174 и 235 метров. Временной интервал соответствует графикам в предыдущем разделе. По этим материалам видно, что качество определения каждой отдельной контрольной точки сильно зависит от влияния внешних условий и удаленности от прибора. А значение вычисленного расстояния менее подвержено таковому влиянию. Поскольку время измерения пары точек очень мало и составляет несколько секунд то внешние условия за такой короткий промежуток измениться практически не успевают. Соответственно результаты определения изменения расстояния между парой контрольных точек во время шлюзования наилучшим образом отражают динамику перемещения стенок шлюза. Среднее изменение расстояния на секциях шлюза №30 составило 4,2 мм.

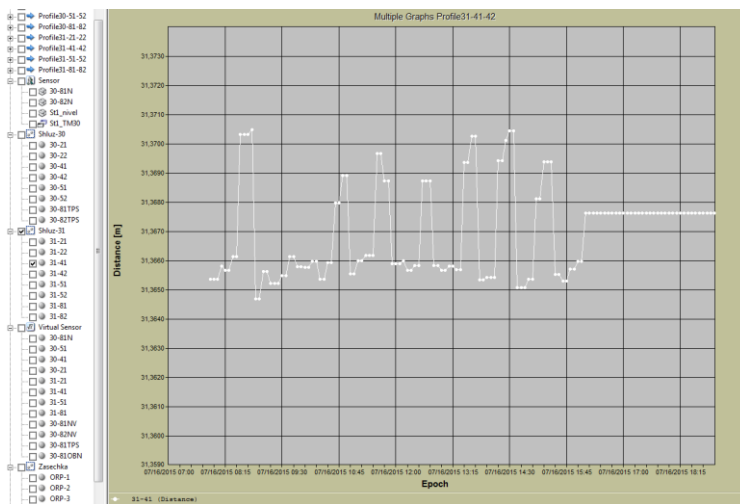
Изменения расстояний между контрольными точками во время шлюзований.



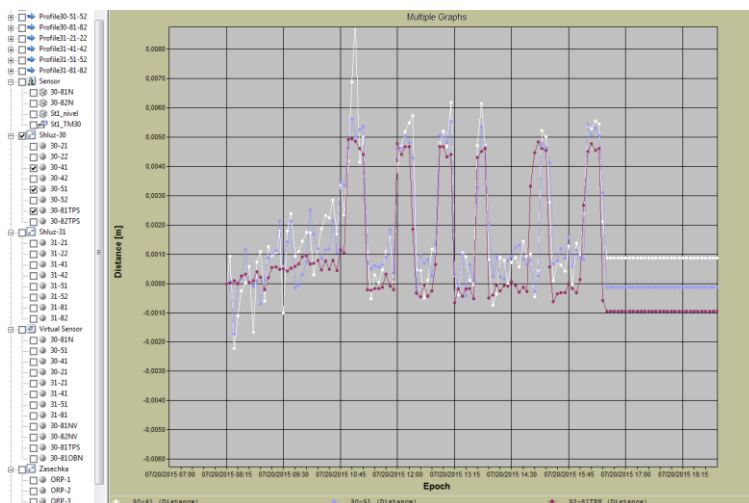
Ниже приведены примеры представления изменения расстояний между стенками шлюзов как в относительной мере от начала выделенного периода, так и в абсолютной, в виде собственно значений расстояний.



Шлюз 31 по секциям 4,5,8

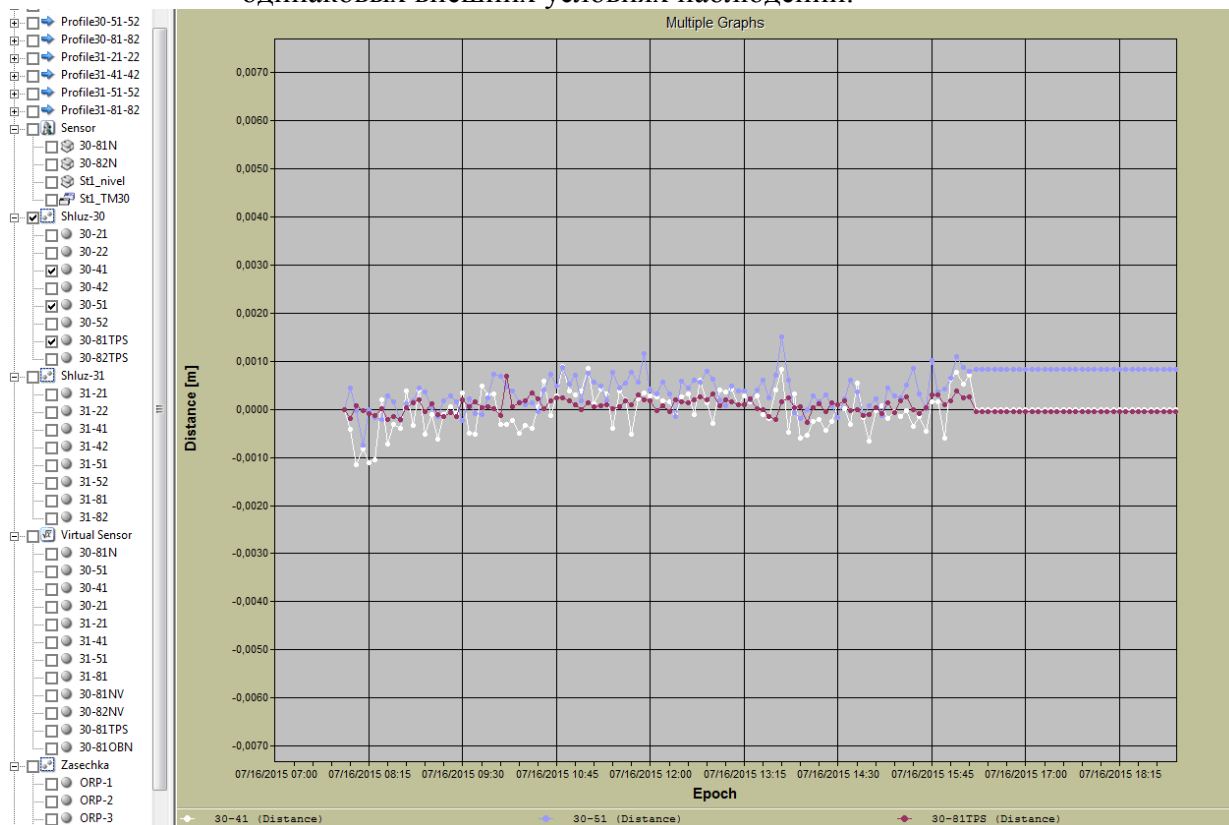


Шлюз 31 секция 4



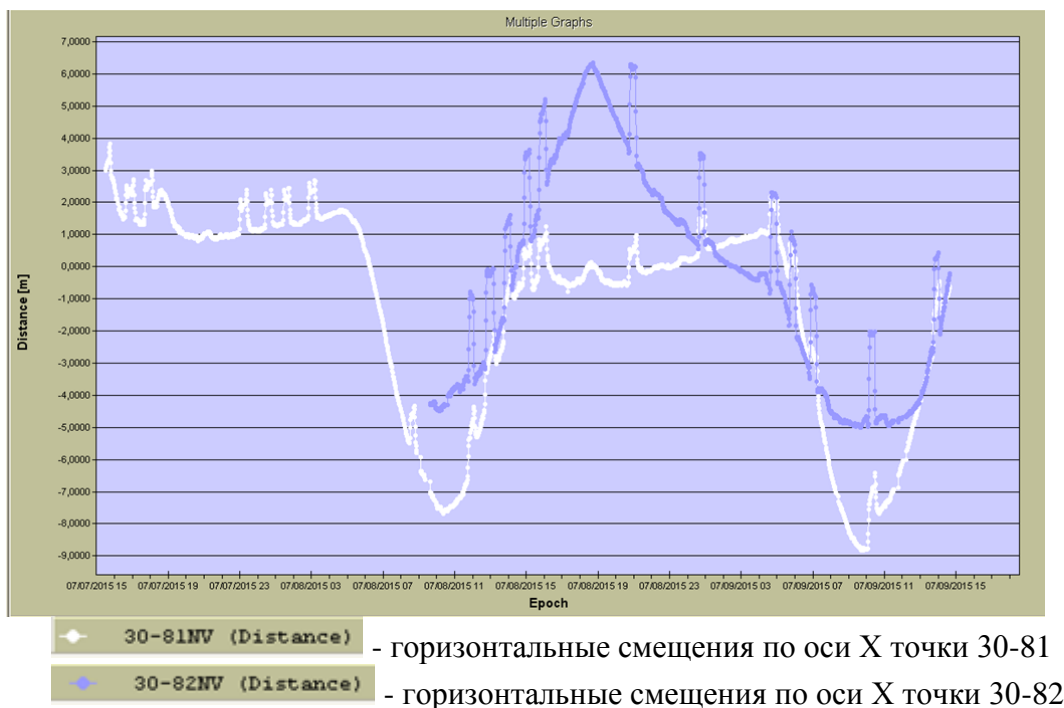
Шлюз 30 секции 4,5,8

На графике ниже результаты измерения расстояний между стенками 30 шлюза в отсутствие шлюзований. «Шум», разброс результатов в пределах 1 мм. в отличие от «шума» при определении координат контрольных точек. Это свидетельствует о том, что собственно расстояние между стенками определяется более надежно, чем координаты контрольных точек, по которым оно вычислено, при одинаковых внешних условиях наблюдений.

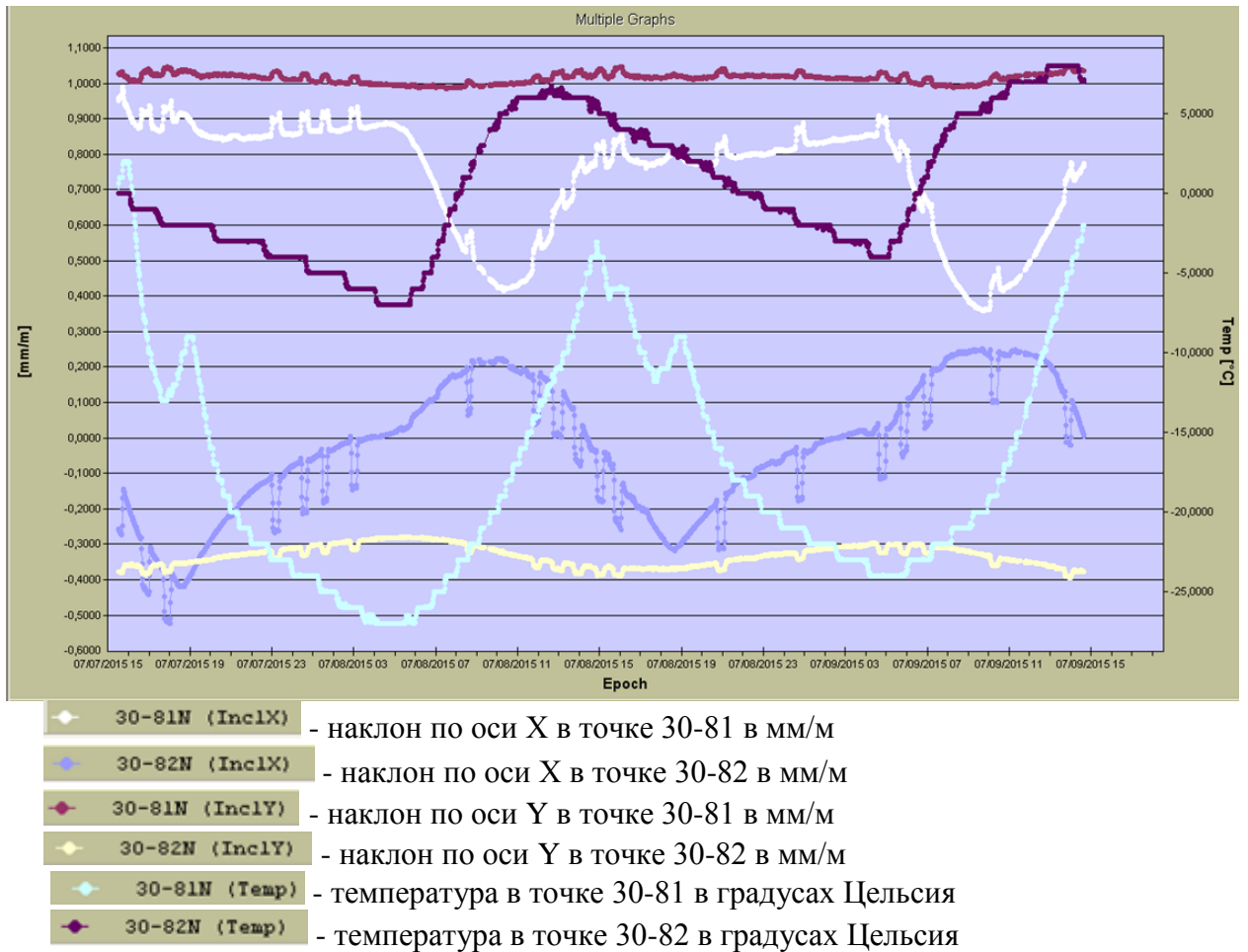


### 2.3.2 по результатам, полученным от датчиков углов наклона Nivel

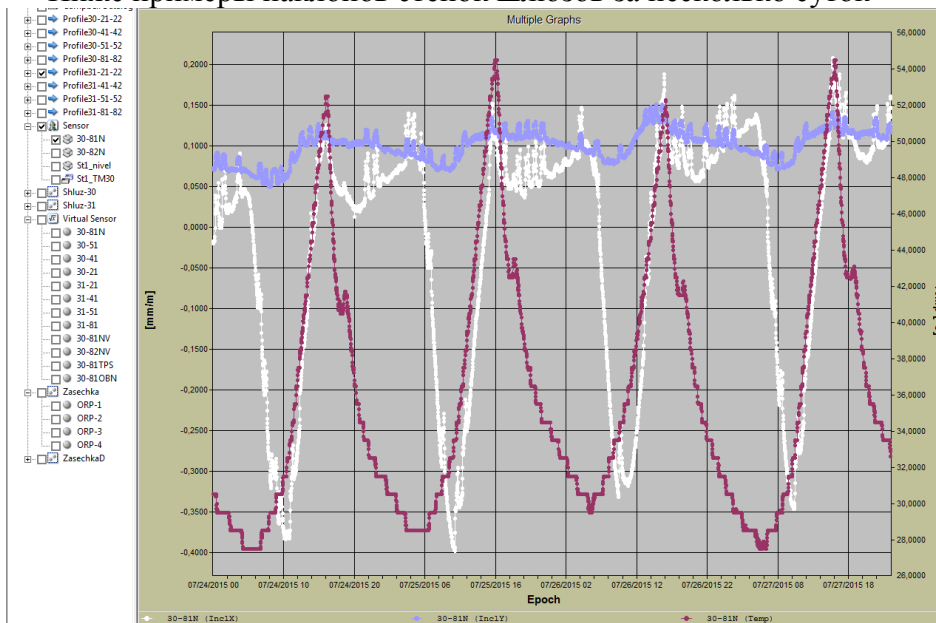
Датчики углов наклона Nivel измеряют наклон в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Одна из осей обозначена Y, вторая X. В проекте датчики закреплены таким образом, что ось Y направлена вдоль оси шлюза, а ось X перпендикулярно. Ниже на графиках пример наблюдений с 15 часов 07.07.15 до 15 часов 07.09.15. На графиках для наглядности, отображены перемещения относительно начала выбранного периода. По графикам видно, что верх противоположных стенок шлюза имеет разные величины смещений. Точка 81 около 1мм. точка 82 около 3мм. Среднее суммарное значение которых около 4,1 мм. Смещения в линейном выражении получены автоматически, по встроенной формуле, которая работает как виртуальный датчик. Точно такая же динамика зафиксирована и при помощи тахеометра.



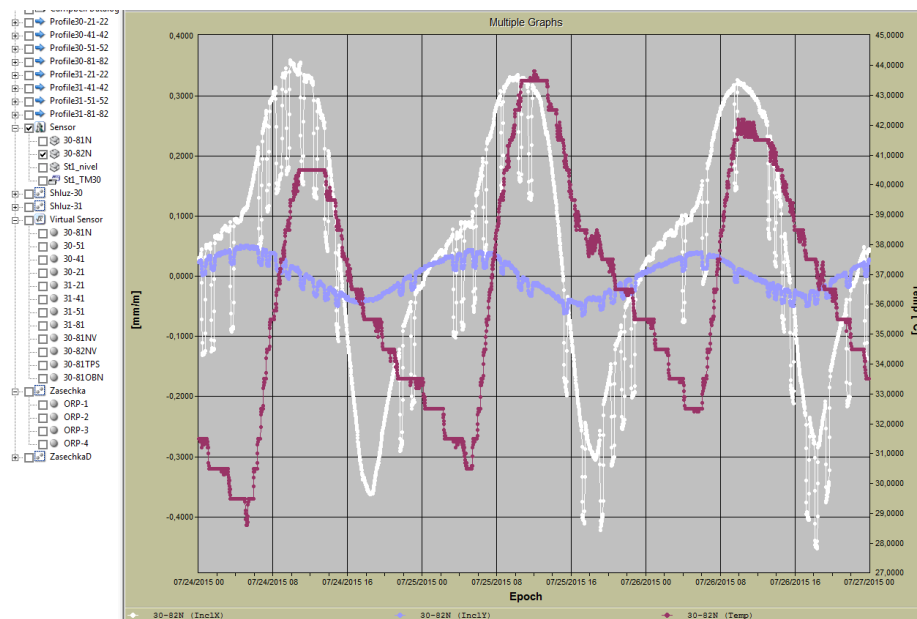
Следует отметить, что если рассматривать суточные движения контрольных точек, фиксируемые датчиками углов наклона, то максимальный разброс (видно на графиках) составит 10 -11 мм. Это не означает, что точки перемещаются в таком диапазоне на самом деле. Причиной таких искажений служит неравномерный нагрев, как измерительного оборудования, так и стены шлюза. Верхняя часть стены может нагреваться сильнее и деформироваться больше. Соответственно, результаты, полученные по формуле, где предполагается, что стена высотой 20 метров наклоняется целиком без изгибов, искажены. Для более точных выводов необходимо проводить дополнительные исследования: как минимум защитить места крепления инклинометров от прямого воздействия солнечных лучей и сравнить результаты с результатами, полученными от электронных тахеометров. Влияние изменения температуры в точке установки датчиков на измеренный наклон иллюстрируют графики на следующем рисунке.



Ниже примеры наклонов стенок шлюзов за несколько суток



Шлюз 30 точка 81



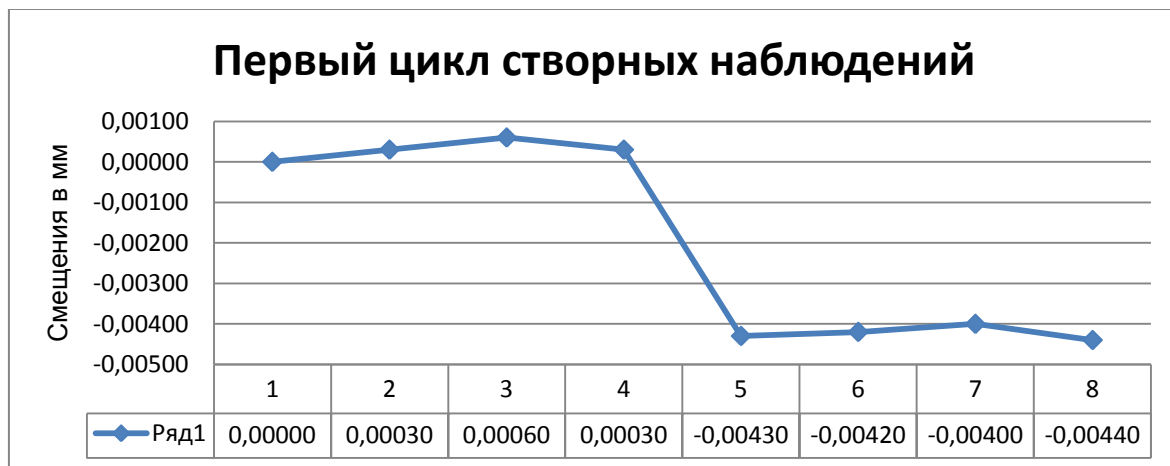
Шлюз 30 точка 82

Графиками еще раз подтверждается разные величины наклонов левой и правой стенок шлюза, а так же разный режим температурных деформаций.

Несмотря на все вышесказанное, отметим, что величины горизонтальных перемещений стенок шлюзов в моменты шлюзования фиксируются корректно и полностью совпадают с величинами, полученными тахеометром.

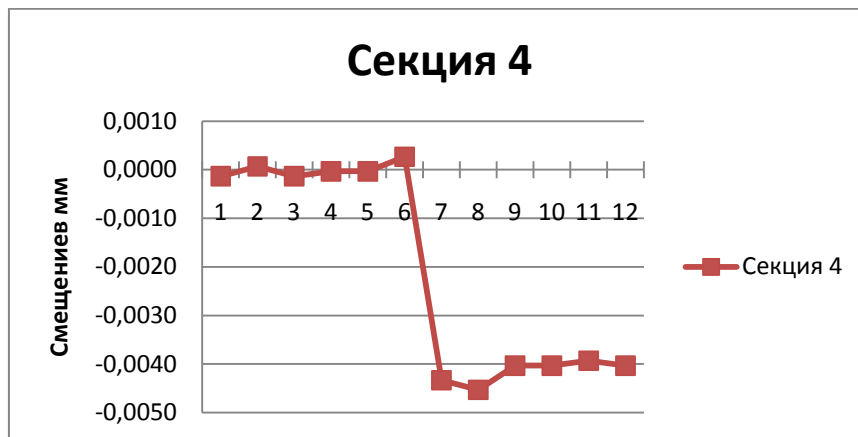
2.3.3 по результатам линейных измерений тахеометром, установленным в створе измеряемой линии.

Наблюдения проводились 07.08.2015 с 17 часов 40 минут до 18 часов 50 минут на 8 секции шлюза №30. Первый цикл начался в момент полного наполнения шлюзовой камеры и затем сброса воды, второй цикл отражает наполнение и сброс. Среднее изменение горизонтального проложения между призмами на противоположных стенках шлюза в момент шлюзования составило 4,3 мм. Расчет велся в электронных таблицах Excel, исходные данные получены тахеометром ТМ30 №362816





Результаты повторных циклов, выполненных 13 августа 2015г.







Разности расстояний наполненной камеры и опорожненной составили:

Секция 2 – 3,5 мм

Секция 4 – 4,0 мм

Секция 5 – 4,0 мм

Секция 8 – 4,8 мм

### 3. Выводы

1. Система мониторинга горизонтальных и вертикальных перемещений стен камер шлюзов, основанная на высокоточных тахеометрах-автоматах позволяет фиксировать относительные пространственные перемещения контрольных точек на уровне (с чувствительностью) 1 мм. и меньше.

- для достижения указанных результатов за длительный период наблюдений необходимо обеспечить точное периодическое переопределение координат тахеометра, что подразумевает организацию стабильной опорной геодезической сети. В идеале, сам пилон с тахеометром должен быть стабилен. По результатам эксперимента средняя чувствительность системы составила около 2 мм, но в отдельные временные промежутки с наилучшими условиями наблюдений достигала 1 мм и лучше.

- подтверждено, что для обеспечения наилучших результатов необходимо для переопределения координат тахеометра использовать метод линейной засечки.

- эксперимент выявил влияние смещений отдельных зданий и конструктивных элементов шлюзов друг на друга, что привело к ухудшению результатов эксперимента, поскольку оказалось, что

опорные точки закреплены в местах имеющих циклическое движение в диапазоне порядка 2-3 мм. Кроме того, наполнение или опорожнение одного шлюза, сказывается на движении элементов соседнего шлюза, что существенно затрудняет оценку результатов и наглядность представления в виде графиков.

2. Изменения трехмерного положения контрольных точек в моменты шлюзования при помощи высокоточного электронного тахеометра определяются достаточно надежно.

- опытным путем для конкретных условий проведения эксперимента и расположения оборудования установлено, что наилучшие результаты получаются при удалении контрольных точек от тахеометра не более 170-180 метров.

- максимальное удаление от тахеометра контрольных точек составило 260 метров. Следует отметить, что оценка 3D смещений в этом случае затруднена, вследствие сильных искажений результатов измерений за счет влияния вертикальной и горизонтальной рефракций. Но собственно расстояние между парой контрольных точек определяется хорошо и совпадает с результатами, полученными при ручных измерениях. Система надежно фиксировала плановые перемещения в моменты шлюзования в пределах 4-5 мм. высотные перемещения составили 2мм.

- Система зафиксировала неравномерные горизонтальные смещения стенок шлюзов внешних (примыкающих к грунту), их смещения в среднем составили 1,5 -2,5 мм. и внутренних (соединенных между собой лотком для сброса воды), их смещения составляли в среднем от 4 до 5,5 мм.

3. Высокоточный электронный тахеометр-автомат с точностью дальномерной части 0,6 мм и угловой точностью 1" или 0,5" позволяет достаточно надежно определять расстояния (динамику изменений расстояний) между стенками шлюза.

- данные определения могут выполняться как в автоматическом режиме при стационарной (долгосрочной) установке оборудования, так и в режиме временной установки оборудования на заранее подготовленные места, а также в «ручном режиме», устанавливая тахеометр-автомат в створе измеряемой линии.

- динамика изменения собственно расстояний между контрольными точками на противоположных стенках шлюза определяется надежнее, чем трехмерные смещения каждой контрольной точки в отдельности

4. Подтвердилась возможность фиксировать изменение горизонтальных смещений стенок секций шлюзов с использованием высокоточных датчиков наклона Nivel.

- Направление кренов в продольном и поперечном направлении в моменты шлюзования, а так же вычисленные значения горизонтальных поперечных смещений полностью совпадают с данными от тахеометров. Это дает возможность утверждать, что стенки при наполнении и опорожнении наклоняются равномерно, без изломов.

- При суточных наблюдениях влияние температурного фактора становится очень существенным. При долгосрочных наблюдениях

следует устанавливать датчики в местах, защищенных от солнечного нагрева. Корректную оценку кренов и перемещений, в этом случае, провести невозможно, без дополнительных исследований. Например, без определения характера деформаций бетонной стенки (какая часть стабильна, а какая деформируется) или периодов затенения от местных предметов и других подобных факторов.

- Данные от датчиков являются достаточно объективными и наглядными, поскольку лишены влияния человеческого фактора, в отличие от данных полученных тахеометром. Датчики работают полностью в автоматическом режиме, имеют высокую чувствительность и отражают все изменения 24 часа в сутки.

5. Результаты эксперимента оценивались, по сводным таблицам значений результатов измерений за определенный период и построенным по ним графикам. Такая «визуальная» оценка результатов серьезно затруднена сложностью происходящих процессов и влиянием их друг на друга. Например «всплески» показывающие смещения на графиках в моменты шлюзования, затрудняют оценку процесса в целом. Поэтому считаем, что разработка методики оценки результатов, хранящихся в SQL базе данных и её использование в дальнейшем, было бы целесообразно.

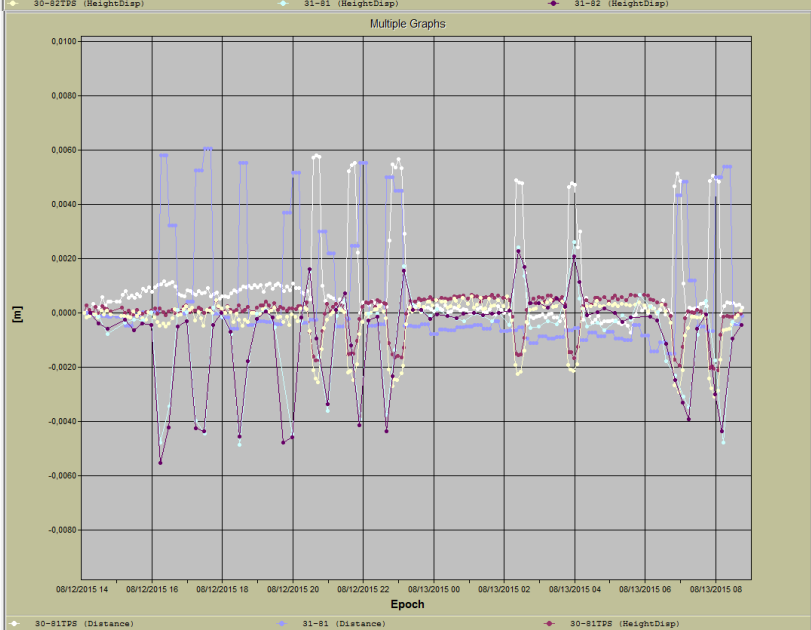
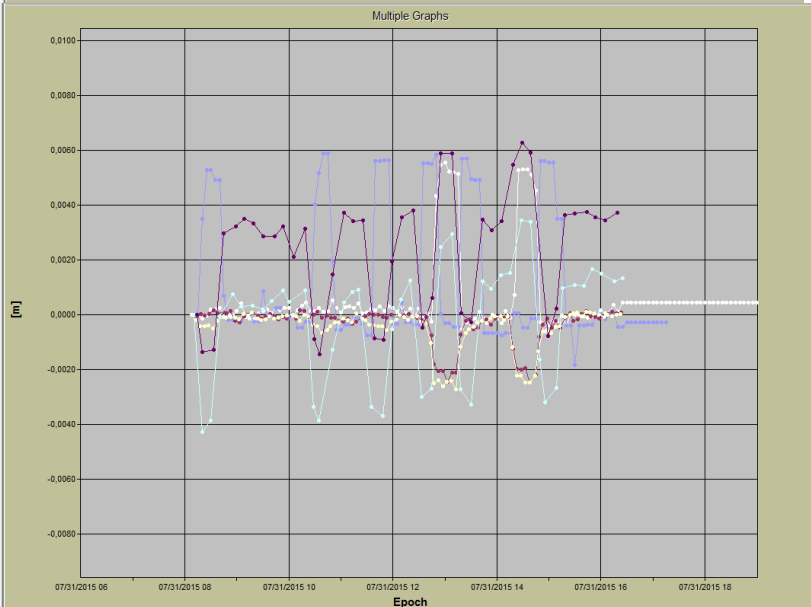
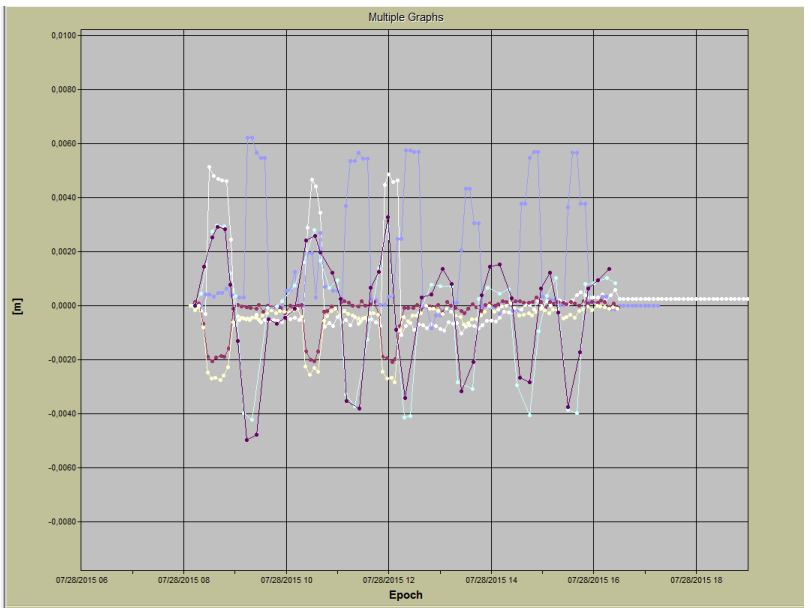
6. Метод измерения расстояний между стенками шлюзов, когда тахеометр устанавливается в створе измеряемой линии, хотя и не дает общего представления о деформациях всего объекта в целом, но вполне может заменить устаревшие способы с применением проволок. Или при невозможности установить, по каким либо причинам, автоматизированную систему мониторинга.

#### **4. Некоторые наблюдения по взаимному влиянию шлюзов 30 и 31 друг на друга при наполнении и опорожнении.**

- При наполнении 30 шлюза. 31 шлюз «всплывает» на 2 -2.5мм. Иллюстрация этого на графиках ниже, где взяты три характерных временных отрезка.

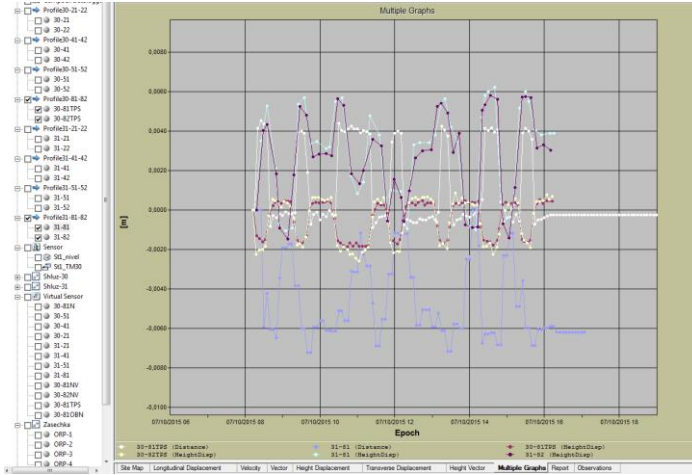
Если рассматривать каждый шлюз в отдельности, то невозможно объяснить некоторые зафиксированные на графиках перемещения. Выгляди это как паразитный шум, а на самом деле это влияние процессов, происходящих на соседнем шлюзе.

- 30-41
- 30-42
- Profile30-51-52
- 30-51
- 30-52
- Profile30-81-82
- 30-81TPS
- 30-82TPS
- Profile31-21-22
- 31-21
- 31-22
- Profile31-41-42
- 31-41
- 31-42
- Profile31-51-52
- 31-51
- 31-52
- Profile31-81-82
- 31-81
- 31-82
- Sensor
- Sd1\_nivel
- Sd1\_TM30
- Shluz-30
- Shluz-31
- Virtual Sensor
- 30-81N
- 30-51
- 30-41
- 30-21
- 31-21
- 31-41
- 31-51
- 31-81
- 30-81NV
- 30-82NV
- 30-81TPS
- 30-81OBN
- Zasechka
- ORP-1
- ORP-2
- ORP-3
- ORP-4
- ZasechkaD
- ORP-1
- ORP-2
- 30-21
- 30-22
- Profile30-41-42
- 30-41
- 30-42
- Profile30-51-52
- 30-51
- 30-52
- Profile30-81-82
- 30-81TPS
- 30-82TPS
- Profile31-21-22
- 31-21
- 31-22
- Profile31-41-42
- 31-41
- 31-42
- Profile31-51-52
- 31-51
- 31-52
- Profile31-81-82
- 31-81
- 31-82
- Sensor
- Sd1\_nivel
- Sd1\_TM30
- Shluz-30
- Shluz-31
- Virtual Sensor
- 30-81N
- 30-51
- 30-41
- 30-21
- 31-21
- 31-41
- 31-51
- 31-81
- 30-81NV
- 30-82NV
- 30-81TPS
- 30-81OBN
- Zasechka
- ORP-1
- ORP-2
- ORP-3
- ORP-4
- Profile30-21-22
- 30-21
- 30-22
- Profile30-41-42
- 30-41
- 30-42
- Profile30-51-52
- 30-51
- 30-52
- Profile30-81-82
- 30-81TPS
- 30-82TPS
- Profile31-21-22
- 31-21
- 31-22
- Profile31-41-42
- 31-41
- 31-42
- Profile31-51-52
- 31-51
- 31-52
- Profile31-81-82
- 31-81
- 31-82
- Sensor
- Sd1\_nivel
- Sd1\_TM30
- Shluz-30
- Shluz-31
- Virtual Sensor
- 30-81N
- 30-51
- 30-41
- 30-21
- 31-21
- 31-41
- 31-51
- 31-81
- 30-81NV
- 30-82NV
- 30-81TPS
- 30-81OBN
- Zasechka
- ORP-1
- ORP-2
- ORP-3



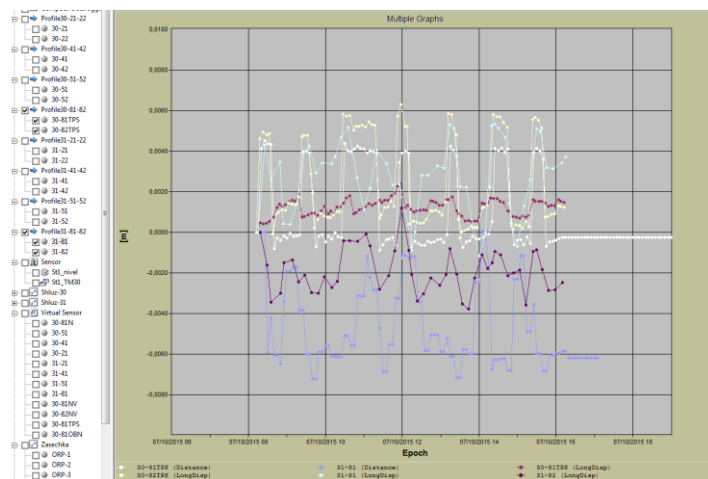
Последний рисунок показывает, что при противоположном положении, т. е. когда 31 наполнен, 30 не «всплывает».

Следующие два графика иллюстрируют, что когда шлюзования идут на обоих шлюзах непрерывно, оценивать результаты становится крайне сложно из за взаимного влияния как на плановое, так и на высотное положение контрольных точек.



Влияние шлюзов друг на друга при

одновременном шлюзовании (высота)



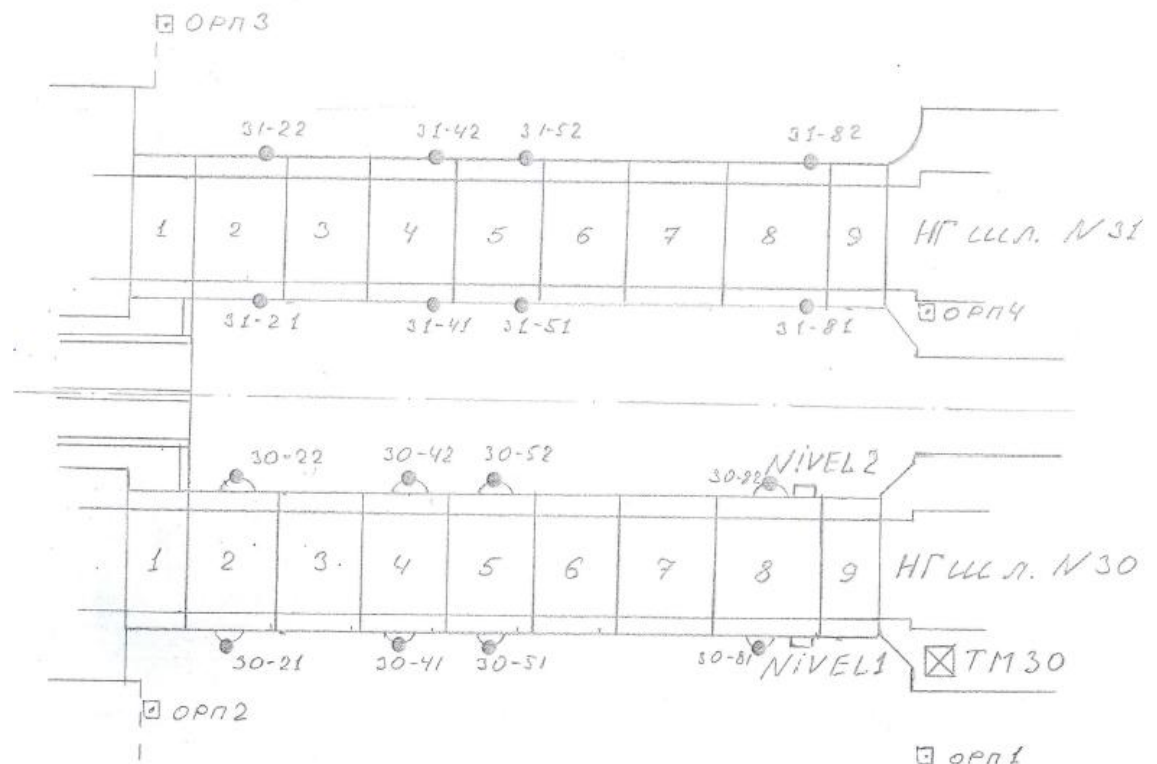
Влияние шлюзов друг на друга при

одновременном шлюзовании (план)

Исп. Сухов И.В. ООО «Фирма Г.Ф.К.»

## Приложение 1

Схема расположения оборудования.



## Приложение 2

**Leica TM30 Технические характеристики**

<b>Измерение углов</b>		
Точность <sup>1)</sup>	0.5" (0.15 mgon), 1" (0.3 mgon)	
Метод	Абсолютный, непрерывный, учетверенный	
<b>Измерение расстояний на отражателе</b>		
Диапазон	Круглая призма	3500 м
Точность <sup>2)</sup> / Время измерения	Прецизионная <sup>3,4)</sup>	0.6 мм + 1 ppm / тип. 7 сек.
	Стандартная	1 мм + 1 ppm / тип. 2,4 сек.
Метод	Системный анализатор основанный на измерении чередования фазы (коаксиальный, видимый красный лазер)	
<b>Измерение расстояний (без призмы)</b>		
Диапазон <sup>5)</sup>	1000 м	
Точность <sup>2,6)</sup> / Время измерения	2 мм + 2 ppm / тип. 3 сек.	
Метод	Системный анализатор основанный на измерении чередования фазы (коаксиальный, видимый красный лазер)	
<b>Моторизация</b>		
Максимальное ускорение	360° (400 gon) / сек. <sup>2)</sup>	
Скорость вращения	180° (200 gon) / сек.	
Время для изменения круга	2.9 сек.	
Время позиционир. для 180° (200 gon)	2.3 сек.	
Метод	Прямой привод основанный на технологии Piezo	
<b>Автоматическое распознавание цели</b>		
Диапазон <sup>3)</sup>	Круглая призма (GPR1)	3000 м
Точность <sup>1)</sup> / Время измерения	ATR угловая точность Hz, V	
	Базовая точность позиционирования	±1 мм
	Точность определения 3D точки на 3000 м	±7 мм

Минимальный интервал между призмами на расстоянии 200 м	0.3 м	
Метод	Обработка цифрового изображения	
<b>Общие данные</b>		
Увеличение зрительной трубы / Диапазон фокусировки	30 x / от 1.7 м до бесконечности	
Клавиатура и дисплей	¼ VGA, цветной, сенсорный, 34 клавиши, подсветка	
Сохранение данных	256 MB внутренняя память, карта CompactFlash 256 MB или 1 GB	
Интерфейс	RS232, Bluetooth® Wireless	
Работа	Три бесконечных привода для работы одной или двумя руками	
	Настраиваемая пользователем кнопка Smart для быстрых высокоточных измерений вручную	
	Лазерный центрир	
Резервная потребляемая мощность	тип. 5,9 W	
Безопасность	Защита паролем и блокировка клавиатуры	
Рабочий диапазон температур	от -20° C до +50° C (-4° F to +122° F)	
Пыле- влагозащищенность (IEC 60529)	IP54	
Влажность	95%, без конденсата	

<sup>1)</sup> Стандартное отклонение ISO-17123-3

<sup>2)</sup> Стандартное отклонение ISO-17123-4

<sup>3)</sup> Пасмурно, без тумана, видимость около 40 км, нет жары, мерцания

<sup>4)</sup> диапазон до 1000 м, отражатель GPH1P

<sup>5)</sup> Цель в тени, пасмурное небо, карта Kodak Gray (90% отражения)

<sup>6)</sup> Расстояние > 500 м 4 mm + 2 ppm

  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
 ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
 МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
 (ФБУ «РОСТЕСТ - МОСКВА»)

## СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ СП      0 8 3 2 0 8 6

Действительно до «25» марта 2016г.

Средство измерений      Тахеометр электронный  
наименование и тип (если в состав средства измерений  
Leica TM30 1"  
входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)

Серия и номер клейма предыдущей поверки (если имеются)      отсутствует

заводской номер (номера)      362816

принадлежащее      ООО "Фирма Г.Ф.К."  
наименование юридического (физического) лица, ИНН  
ИНН 7709296304

поверено и на основании результатов периодической (первичной) поверки признано пригодным к применению.

Поверительное клеймо 

Начальник  
лаборатории №445

Поверитель

Богомолов А.В.  
Подпись  
фамилия, инициалы

  
Назаров А.А.  
Подпись  
фамилия, инициалы

«25» марта 2015 г.

