

УДК 528.024.1

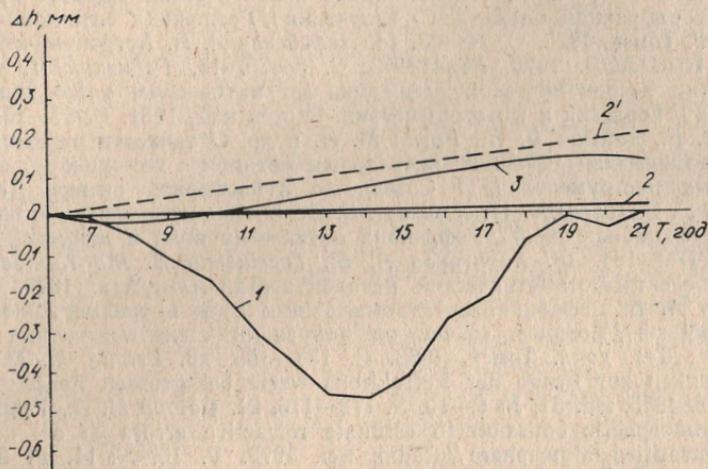
П. В. ПАВЛИВ, Н. А. МЕЛЬНИЧУК

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЛИЯНИЙ ПОВЕРХНОСТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ЭФФЕКТА И РЕФРАКЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Анализ результатов исследований характера действия нивелирной рефракции в [4, 5] показывает, что при слабом ветре в пасмурные дни действие названного источника ошибок незначительно. При антициклональной солнечной погоде воздействие рефракции приобретает сложный и своеобразный характер. Хотя учеными разработано много методов получения более точных

данных, на практике, несмотря на учет влияния рефракции, не всегда удается достичь желаемого результата.

Б. С. Русанов, например, считал, что разнообразие возникающих на практике ситуаций объясняется действием гидротермических движений земной поверхности, а не рефракции [6]. Абсолютизация действия первого фактора и пренебрежение вторым вызвали острую критику его работы. К тому же вследствие ошибки, допущенной Б. С. Русановым в определении знака воз-



Изменение превышения во времени под воздействием различных факторов:

1 — рефракции; 2, 2' — сезонного изменения температуры грунта;
3 — поверхностного температурного эффекта.

действий исследуемого явления, поставленный им вопрос был снят с повестки дня.

Экспериментальные исследования [5] показали, что влияние нивелирной рефракции на одной станции составляет десятые доли миллиметра и на один километр хода может достигать целых миллиметров. Расчеты [2], выполненные по результатам исследований В. Ф. Бончковского [1], показывают, что влияние поверхностного температурного эффекта также достигает значимой величины. Такое сопоставление заставляет вернуться к проблеме, поставленной в начале 60-х годов Б. С. Русановым.

Сначала отметим противоречивые специфические свойства рассматриваемых явлений:

1) проявляются эти источники ошибок в различных средах — воздухе и грунте;

2) различные среды проявления источников ошибок обуславливают и разный характер их воздействия: рефракция искривляет направление визирных лучей и, следовательно, изменяет «видимое» значение превышения, а поверхностный температурный эффект приводит к фактической дестабилизации положения точек земной поверхности;

3) поверхностный температурный эффект грунтов проявляется в результате длительного воздействия температуры, поэтому действие его как бы замедленное, а влияние рефракции проявляется немедленно с температурным изменением окружающей среды;

4) во время действия рефракции существуют моменты, когда явление оказывает практически нулевое воздействие, т. е. существует своеобразная нулевая точка отсчета при оценке значения и знака влияния рефракции. Действие же температурных деформаций вследствие суточных и сезонных изменений температуры грунта непрерывно, и в этом случае точкой отсчета может быть положение поверхности земли в какой-то произвольно установленный момент времени.

При всех этих противоречивых свойствах у исследуемых явлений есть общие черты, позволяющие сопоставить их воздействие на результаты прецизионного нивелирования:

1) основным фактором, определяющим действие обоих источников ошибок, является изменение температуры;

2) значение воздействия указанных явлений изменяется во времени.

Вторая особенность этих явлений позволяет получить график зависимости изменения влияния рефракции на станции от времени суток на основе данных работы [4, табл. 17] (см. рисунок). Для построения указанной зависимости (кривая I) использована часть экспериментальных измерений, выполненных в соответствии с действующей инструкцией, которая рекомендует осуществлять наведение на среднее положение колеблющегося штриха шкалы нивелирной рейки. В этом случае влияние рефракции достигает 0,5 мм на 100 м. Если же оценивать данную величину с учетом времени утренней и вечерней видимости, то она не превысит 0,20 мм на станции при нормальной длине визирного луча.

При проведении измерений мы, как правило, можем судить о влиянии рефракции по колебанию изображения штриха шкалы рейки, т. е. визуально воспринимать это явление. Действие поверхностного температурного эффекта увидеть таким образом невозможно, хотя проявления его влияния, как и рефракции, довольно разнообразны и зависят от многих причин (форм рельефа, состава грунта и др.). Следовательно, изучение воздействий температурных деформаций грунта на результаты нивелирования при помощи самого нивелирования представляет собой достаточно сложную задачу. Использование для этой цели результатов наклономерных наблюдений имеет ряд преимуществ. Во-первых, есть возможность автоматического получения информации в течение длительного времени. Во-вторых, в таких наблюдениях нетрудно выделять составляющие, зависящие от разных факторов. Эти особенности наклономерных наблюдений позволяют установить общие закономерности проявления поверхностного температурного эффекта в тех или иных условиях. Так, на затяжных однородных склонах, где обычно хорошо ощу-

тило влияние рефракции, изменение величины превышения, вызванное тепловыми деформациями грунтов, чаще всего подчиняются закономерностям, которые выражены графически кривой 3 (см. рисунок). Эта кривая изображена схематически для отображения общего характера влияния поверхностного температурного эффекта в течение дня. Построена она по результатам исследований [1, 2]. Точкой отсчета в данном случае принято превышение в момент начала измерений.

Изменение превышения на станции под воздействием поверхностного температурного эффекта может достигать 0,15 мм в сутки. Причем обычно это изменение происходит за время между утренним и вечерним нивелированием (см. рисунок). Характерной особенностью влияния температурных деформаций грунта на значение превышений является наличие сезонной составляющей, которая имеет систематический характер механизма накопления ошибок сравнительно большого периода действия (в средних широтах до шести месяцев). Если в течение дня ее влияние малозаметно, то через неделю изменение превышения может составлять 0,20 мм. На рисунке степень влияния этой составляющей представлена линиями 2 и 2', которые иллюстрируют изменение наклона поверхности под воздействием указанного фактора к концу первого (линия 2) и седьмого (линия 2') дня измерений.

Следует отметить также, что если под воздействием рефракции в результате разных искривлений визирных лучей на заднюю и переднюю рейки превышение уменьшается, то вследствие систематического повышения температуры грунтов на протяжении суток и в течение сезона измеряемое превышение систематически увеличивается. Поэтому поверхностный температурный эффект может быть одним из факторов, которые способствуют накоплению отрицательных разностей, в последнее время все чаще появляющихся в результатах производственных прецзионных нивелировок.

Таким образом, из анализа механизма систематического накопления ошибок, обусловленных действием нивелирной рефракции, видно, что ее можно отнести к систематическим источникам короткого (суточного) периода действия. В то же время поверхностный температурный эффект кроме суточного имеет длительный (сезонный) период. Механизм накопления рассматриваемых источников ошибок имеет противоположный знак.

С целью учета влияний поверхностного температурного эффекта нужно приводить измерения к одному моменту времени года путем введения поправок, аналогичных поправкам за температурные изменения длины реек с учетом величины превышения. Целесообразно также сокращать время между проложением прямых и обратных ходов. При организации повторных нивелировок можно существенно уменьшить указанное влияние путем выдерживания соответствия периодов года предыдущего и последующего нивелирования.

1. Бончковский В. Ф. Некоторые обобщения результатов наблюдений наклонов земной поверхности // Тр. ин-та физики Земли. 1959. № 7 (174). С. 62. 2. Павлив П. В., Мельничук Н. А. Сопоставление степени воздействий лунно-солнечных приливов и гидротермических изменений в грунтах на результаты высокоточного нивелирования // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1988. Вып. 48. С. 66—70. 3. Павлив П. В., Пневский П. И. Исследование устойчивости пунктов нивелирной сети // Геодезия и картография. 1983. № 12. С. 15—17. 4. Павлив П. В. Проблемы высокоточного нивелирования. Львов, 1980. 5. Павлив П. В., Стащишин И. И. Экспериментальные исследования действия нивелирной рефракции по колебаниям изображений // Маркшейдерское дело и геодезия. Исследование точности измерений в маркшейдерско-геодезических работах. Л., 1984. С. 91—93. 6. Русанов Б. С. Гидротермические движения земной поверхности. М., 1961.

Статья поступила в редакцию 16.04.88