

*СДВИГИ И ОСАДКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ:
ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ*

А.С. СУКМАНЮК¹, А.П. ПИНЧУК¹, И.Л. СУББОТА², А.А. ВОРОНОЙ¹

¹*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;*

электронная почта: a.sukmanjuk@mail.ru

²*Академия строительства и архитектуры*

(филиал Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского),

295493, Российская Федерация, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,

электронная почта: ingaland@mail.ru

Проведена работа по изучению и обобщению понятий о геодезических изысканиях зданий и сооружений. Рассмотрены возможные причины появления сдвигов и осадков, методики их устранения, а так же последствия от них. В статье представлены некоторые объекты, подвергшиеся осадкам в процессе эксплуатации и описаны мероприятия, позволяющие устранить сдвиги и осадки.

Ключевые слова: вертикальные, горизонтальные, сдвиги, осадки, смещения, геодезические изыскания, измерения.

Инженерно-геодезические изыскания - это комплекс работ, проводимых для получения информации о рельефе. Работы по инженерно-геодезическим изысканиям могут включать в себя наблюдения за вертикальными и горизонтальными смещениями зданий и сооружений [2,3]. Сдвиги и осадки могут возникать как во время строительства, так и в период эксплуатации отдельных зданий и сооружений, поэтому они требуют полного контроля внимания, во избежание дальнейших капиталовложений или человеческих трагедий.

Согласно исследованиям, проводимым Федеральной службой государственной статистики, число зданий и сооружений, находящихся на незавершенном этапе строительства (в том числе, приостановленном или законсервированном) в Российской Федерации стремительно уменьшалось с 2000 годов. Это можно проиллюстрировать диаграммой:

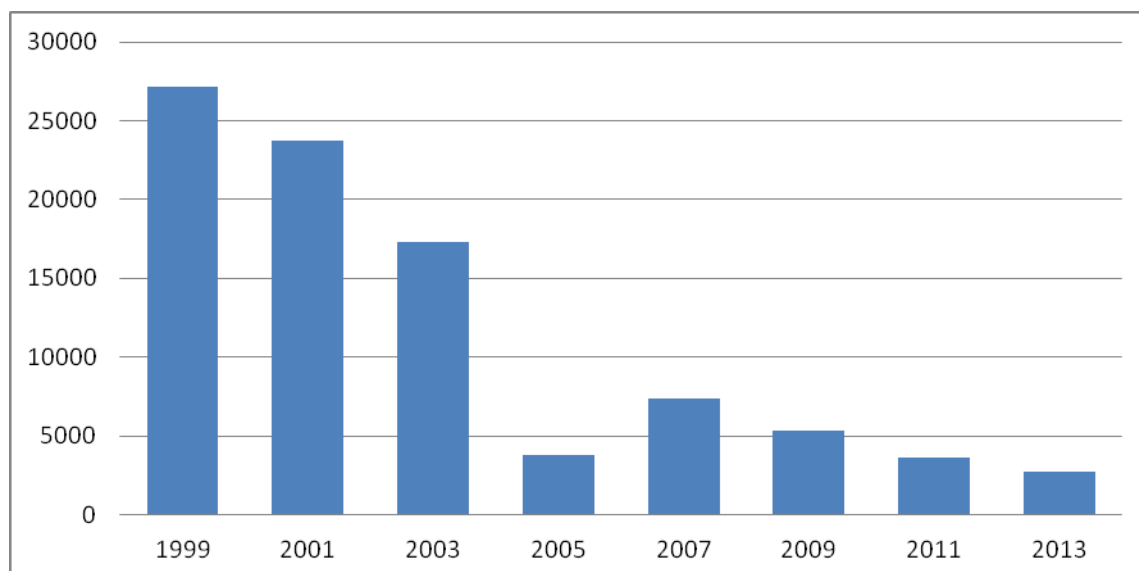


Рисунок 1 - диаграмма - статистика консервации строящихся объектов.

Такой стремительный спад "заторов" в строительной индустрии обусловлен, во многом, развитием строительных технологий и приспособлений, оборудования, качественным мониторингом за процессом строительства.

Одной из множества причин, по которой происходит остановки строительства являются сдвиги и осадки зданий и сооружений.

В следствие конструктивных особенностей, природных условий, деятельности человека, сооружения в целом и их отдельные элементы испытывают различного рода деформации.

В общем случае под термином деформация понимают изменение формы объема наблюдений. В геодезической практике принято рассматривать деформации как изменение положения объекта в относительно первоначального.

Под постоянным давлением от массы сооружения грунты в основании его фундамента постепенно уплотняются (сжимаются) и происходит смещение в вертикальной плоскости или осадка здания [14,15].

Осадки.

Осадка здания – это вертикальное смещение основания, являющееся результатом деформации слоя грунта, расположенного под подошвой.

Причин для осадков множество: слабое основание средней (или боковых) части здания, Карст под серединой здания, затопление подвалов (для боковых осадков), неправильно выбранная глубина заложения и тип конструкции фундамента, увеличение нагрузки на фундамент за счет надстройки верхних этажей, недостаточная прочность материалов для фундамента или потеря прочности со временем, возведение новых сооружений, вплотную примыкающих к существующему зданию.

Наиболее вероятные причины осадок и деформаций могут быть природные явления, ошибочные проектные решения, несоблюдение технологий строительного производства, увеличение эксплуатационных температурных воздействий и нагрузок, нарушение правил технической эксплуатации зданий и сооружений [1,10].

К природным явлениям относятся стихийные и аварийные колебания земной поверхности и грунтовых вод, температура наружного воздуха, несоблюдение при эксплуатации зданий и сооружений условий равновесия природных явлений.

Отдельная причина для осадки зданий - это большое количество грунтовых вод. Нетрудно догадаться, что слой земли из-за них становится более мягким и более устойчивым к деформации.

Проблема с осадкой из-за грунтовых вод устраняется с помощью установки специальных насосов, либо посадкой деревьев, которые будут удалять лишнюю влагу из земли. Так же, можно изолировать основание от контакта с водой, используя высококачественные гидроизолирующие материалы. Например, жидкое стекло и цемент.

При коренном изменении структуры пористых и рыхлых грунтов происходит быстро протекающая во времени деформация, называемая просадкой

В том случае, когда грунты под фундаментом сооружения сжимаются неодинаково или нагрузка на грунт различная, осадка имеет неравномерный характер. Это приводит к другим видам деформаций: горизонтальным

смещениям, сдвигам, перекосам, прогибам, которые внешне могут проявляться в виде трещин и даже разломов (рис. 2-4.)

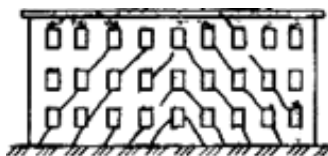


Рисунок 1 - осадка центральной части здания

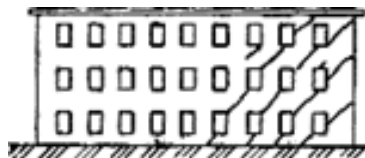


Рисунок 2 - осадка боковой части здания

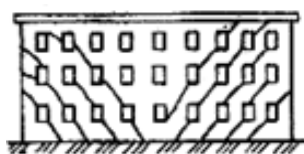


Рисунок 3 - осадка боковой части здания

Высокие сооружения башенного типа (дымовые трубы, телебашни и т.д.) испытывают кручение и изгиб, вызванные неравномерным солнечным нагревом или давлением ветра [6,8].

Смещение сооружений в горизонтальной плоскости может быть вызвано большим давлением грунта, воды, ветра и т.д.

Для изучения деформаций в характерных местах сооружения фиксируют точки и определяют изменение их пространственного положения за выбранный промежуток времени. При этом определенное положение и время принимают за начальные.

Для определения абсолютных или полных осадок зафиксированных на сооружении точек, периодически определяют их отметки H относительно исходного репера, расположенного в стороне от сооружения и принимаемого за неподвижный. Очевидно, что бы определить осадку точки на текущий момент времени относительно начала наблюдений, необходимо вычислить разность отметок, полученных на эти моменты, т.е. $S = H_{\text{тек}} - H_{\text{нач}}$. Аналогично можно вычислить осадку за время периодическим и последующим периодами (циклами) наблюдений.

Средняя осадка $S_{\text{ср}}$ всего сооружения или отдельных его частей вычисляется как среднее арифметическое из сумм осадок всех его точек, т.е. $S_{\text{ср}} = \sum S$

Одновременно со средней осадкой для полноты общей характеристики указывают наибольшую $S_{\text{наиб}}$ и наименьшую $S_{\text{наим}}$ осадки точек сооружения.

Неравномерность осадок может быть определена по разности осадок S , например, двух точек 1 и 2, т.е. $S_{1,2} = S_2 - S_1$.

Крен и наклон сооружения определяют как разность осадок двух точек, расположенных на противоположных краях сооружения, или его части вдоль выбираемой оси [9]. Наклон в направлении продольной оси называют завалом, а в направлении поперечной оси - перекосом. Величина крена, отнесенная к расстоянию L между двумя точками L_1 и L_2 называется относительным креном K . Вычисляется он по формуле $K = (S_2 - S_1)/L$.

Кручение относительно вертикальной оси характерно в основном для сооружений башенного типа. Оно определяется как изменение углового положения радиуса фиксированной точки, проведенного из центра исследуемого горизонтального сечения.

Изменение величин деформации за выбранный интервал времени характеризуется средней скоростью деформации $v_{\text{ср}}$. Так, например, средняя скорость осадки исследуемой точки за промежуток времени t между двумя циклами i и j измерений равна $v_{\text{ср}} = (S_j - S_i)/t$. Различают среднемесячную скорость, когда t выражается числом месяцев, среднегодовую, когда t - число лет и т.п.

Параллельно с измерениями деформаций для выявления причин их возникновения организуют специальные наблюдения за изменением состояния и температуры грунтов и подземных вод, температурой тела сооружения, метеоусловий и т.д. Ведется учет изменения строительной нагрузки и нагрузки от установленного оборудования.

Для производства наблюдений составляют специальный проект, который в общем случае включает в себя:

- техническое задание на производство работ;
- общие сведения о сооружении, природных условиях и режиме его работы;
- схему размещения условных и деформационных знаков;
- принципиальную схему наблюдений;
- расчет необходимой точности измерений;
- методы и средства измерений;
- рекомендации по методике обработки результатов измерений и оценке состояния сооружения;
- календарный план (график) наблюдений;
- состав исполнителей, объемы работ и смету.

Существенная роль в организации наблюдений за деформациями сооружений отводится геодезическим знакам. От правильного выбора конструкции и мест их размещения в значительной мере зависит качество результатов наблюдений.

Применяемые для наблюдений геодезические знаки различают по назначению. Это опорные, вспомогательные и деформационные знаки. Знаки также делятся на плановые и высотные.

Опорные знаки служат опорной основой, относительно которой определяются смещения деформационных знаков. Закрепляются они с расчетом на устойчивость и длительную сохранность.

Вспомогательные знаки являются связующими в схеме измерений и используются для передачи координат от опорных знаков к деформационным.

Деформационные знаки закрепляются непосредственно на исследуемом сооружении и, перемещаясь вместе с ним, характеризуют изменение его положения в пространстве.

Наблюдение за осадками ведется периодическими циклами, начиная с момента строительства здания. Наиболее распространенный и практичный способ наблюдения за осадками - высокоточное нивелирование. В качестве высотной основы, относительно которой будет вестись нивелирование, служит

сеть фундаментальных реперов. Их количество должно быть не менее 3-4 (чем больше будет реперов, тем более ясную картину можно будет получить об осадке каждой из частей здания):

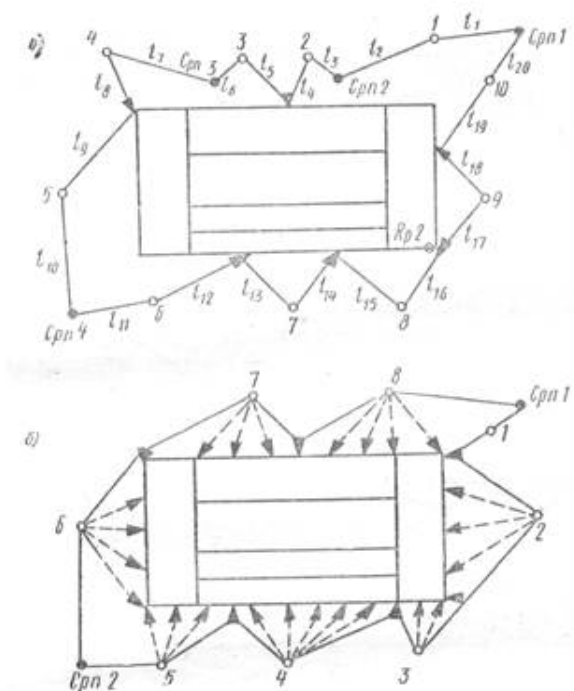


Рисунок 4 - а - опорные реперы; б - осадочные марки;

l - расстояния между станциями.

Для опорных высотных реперов также характерно применение трубчатых конструкций. В то же время для учета изменения длины репера вследствие изменения температуры используют две трубы из разного материала, например стальную и дюралюминиевую. Репер подобной конструкции называется биметаллическим (<http://lib4all.ru/base/B2005/B2005Part113-349.php>).

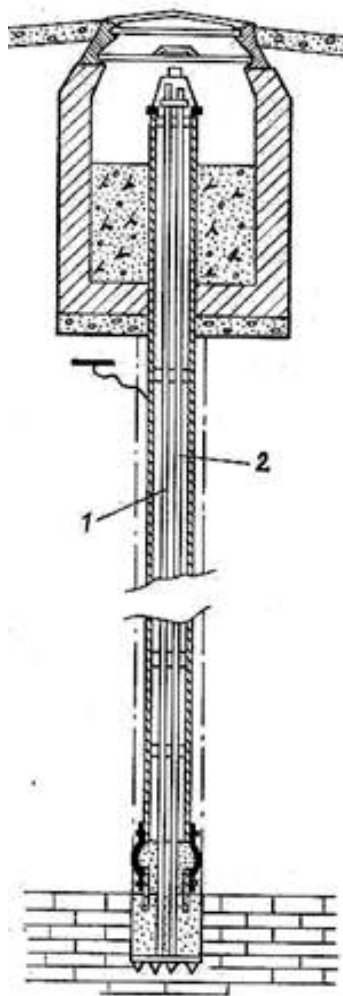


Рисунок 5 - репер системы п. И. Брайта.

В конструкции П. И. Брайта используются две штанги (1 и 2), изготовленные из металлов, имеющих значительно различающиеся коэффициенты температурного расширения. Это позволяет находить температурную поправку к высоте репера (для основной реперной штанги). Расстояние между биметаллическими штангами измеряют микрометром.

Первый цикл наблюдений выполняется после закладки фундамента, последующие - во время возведения здания. После строительства эти наблюдения выполняются через 3 или 6 месяцев.

Наблюдения за осадками сооружений выполняют способами геометрического и тригонометрического нивелирования, гидронивелирования, микро nivelирования, а также фото- и стереофотограмметрическими способами.

Наиболее широко распространен способ геометрического нивелирования. Он обладает рядом достоинств, делающих его практически универсальным. Это высокая точность и быстрота измерений, простое и недорогое стандартное оборудование, возможность выполнять измерения в сложных и стесненных условиях.

Способом геометрического нивелирования можно определять разности высот точек, расположенных на расстоянии 5 - 10 м, с ошибкой 0,05 - 0,1 мм, а на несколько сотен метров - с ошибкой до 0,5 мм.

В зависимости от требуемой точности определения осадок применяются различные классы нивелирования. Так, например, при определении осадок бетонных плотин гидроузлов применяют I и II классы, которые характеризуются средней квадратической ошибкой измерения превышения на одной станции соответственно 0,3 и 0,4 мм. При определении осадок промышленных и гражданских зданий чаще всего применяют II и III классы, для которых средние квадратические ошибки измерения превышения на станции соответственно равны 0,4 и 0,9 мм. (<http://diplomba.ru/work/46919>).

Предельно допустимая величина осадки для каждого строения различна. Например, для кирпичного здания средняя осадка по ГОСТ равна 12 см. Допустимая осадка домов первой категории (технического состояния) равна 5 см. Вторая и третья категория – это уже измененные основания, уровень деформации которых дошел до 2 или 3 см соответственно. Следует понимать, что осадка - естественный и необратимый процесс, требующий тщательного внимания [5].

Последствия от неравномерного осадка здания самые плачевные: в начале - это трещины в стенах (вплоть до их разрушения), фундаментах, огромные капиталовложение для устранения осадков.

Особенно интересна технология строительства здания на площади Красных Ворот в Москве (рисунок 7) [4].



Рисунок 6 - здание на площади красных ворот в Москве.

Это здание строилось ещё в XX веке, параллельно с метро. Обычно для метро разрывали большущий котлован, но в этот раз такого делать не стали, дабы не перекрывать дорогу к площади. Вместо этого заморозили грунт. За счет такого инженерного решения была снижена территория строительства, возведение здания и выхода из метро шло одновременно. Удивительным остаётся тот факт, что решение такой инженерной мысли шло без "супер-современных" геодезических приспособлений, но заморозка грунта не самое сложное - при дальнейшем оттаивании грунта высотное здание просело. В. М. Абрамов - главный конструктор проекта - предвидел этот момент, поэтому здание строили заранее с уклоном в 16 см в вертикальной плоскости. После того, как грунт оттаял, здание выровнялось (<http://www.sovarch.ru/57/>)

Наглядным примером неравномерной осадки зданий в Краснодаре служит ЖК на улице Петра Метальникова. Относительно недавно жильцами этого дома был замечен неравномерный шов вдоль вертикальной оси здания. Расстояние между касательными блоками зданий у фундамента близится к 20 сантиметрам, в то время, как у крыши здания, граничащие друг с другом конструкции почти "лежат" друг на друге [7, 15]:



Рисунок 7 - осадка здания в Краснодаре.

Горизонтальные смещения сооружений.

Причинами горизонтальных смещений, чаще всего, является неустойчивость грунта основания строения или даже сейсмическая активность земли (в исключительных случаях).

Наиболее важной частью при проведении геодезических работ для определения горизонтальных сдвигов является выбор и закрепление опорных пунктов наблюдений. Важно, чтобы они располагались на устойчивых грунтах и сохраняли свою устойчивость в течение проведения всех геодезических работ.

Наиболее легко горизонтальные наблюдения можно контролировать с помощью створного метода. Его сущность заключается в том, что через контрольную точку (М), вдоль тела сооружения проводится прямая линия, на концах которой находятся устойчивые геодезические пункты, т.е. вне возможных деформаций

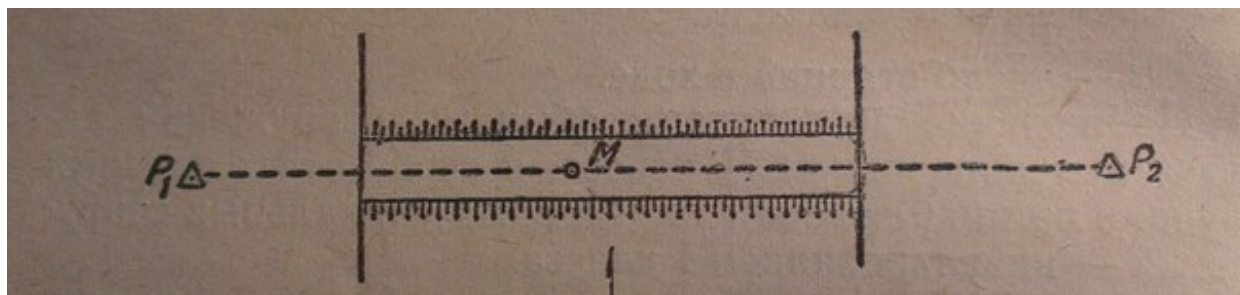


Рисунок 8 - определение смещений створным методом.

Продольная линия P_1MP_2 есть створ. Относительно него и ведётся вычисление углов смещения из пунктов P_1 и P_2 .

Горизонтальное смещение q отдельной точки сооружения характеризуется разностью её координат $X_{\text{тек}}$, $Y_{\text{тек}}$, $Y_{\text{нач}}$, $X_{\text{нач}}$, полученных в текущем и начальном циклах наблюдений. Положение осей координат, как правило, совпадает с главными осями сооружения. Вычисляют смещения в общем случае по формулам: $qX = X_{\text{тек}} - X_{\text{нач}}$; $qY = Y_{\text{тек}} - Y_{\text{нач}}$. Аналогично можно вычислить смещение между предыдущими и последующими циклами наблюдений. Горизонтальные смещения определяют и по одной из осей координат.

Опасность последствий от горизонтальных смещений очень существенна, ей уделяется особое внимание в сфере геодезии, инструментального наблюдения за зданиями. Горизонтальное смещение одной из сторон, например, плотины, может вызвать трещины основания сооружения в водной среде, под действием чего, эти трещины будут развиваться до частичного или полного разрушения строения.

Проектирование и строительство должно осуществляться таким образом, чтобы свести эти деформации к величинам, не нарушающим эксплуатацию зданий и сооружений. Наблюдение за деформациями важно осуществлять проверенными высокоточными приборами [11, 12]. Поскольку при проектировании строительства все факторы сложно учесть практически, то для проверки совершенствования и проверки ожидаемых деформаций, а так же при применении новых технологий при строительстве в сложных условиях (грунты,

сейсмические районы, подземные сооружения: крепостные сооружения, метро), необходимо проводить геодезические натурные наблюдения за деформациями в процессе строительства и эксплуатации сооружения. Это позволяет по результатам наблюдений определить величины деформации, динамику их распределения в пространстве.

Анализ результатов наблюдений позволяет совершенствовать технические процессы в строительстве, своевременно устранять последствия возникновения деформации, совершенствовать методы предрасчета деформации и получать дополнительные детальные сведения о геологическом строении массивов, на которых возводится сооружение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 7 (17). С. 37-40.

2. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Горизонтальные и вертикальные смещения сооружений и причины их возникновения // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе 2012. С. 116-119.

3. Хорцев В.Л., Проскура Д.В., Шевченко Г.Г., Гура Д.А. Наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями сооружений // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе 2012. С. 120-123.

4. Здание на площади Красных ворот. Москва: [Электронный ресурс] // URL: <http://xn--e1adcaacuhnujm.xn--p1ai/zdanie-na-ploshhadi-krasnykh-vorot-moskva.html> (дата обращения: 31.03. 2016)

5. Как определить допустимые осадки фундаментов: [Электронный ресурс] // URL: <http://fundamentsovet.ru/ukreplenie/kak-opredelit-dopustimye-osadki-fundamentov-sovet-specialista.html> (дата обращения: 31.03.2016)

6. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Измерения геометрии высоких стальных трёхгранных сооружений // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2010. № 6. С. 13-19.

7. Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Современные измерительные технологии на кафедре кадастра и геоинженерии в КубГТУ // Научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации Геопрофи. 2012. № 6. С. 23-24.

8. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Метод определения смещений и осадок сооружений с учетом особенностей работ на строительной площадке // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 11. С. 23-24.

9. Абушенко С.С., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Ильченко Е.С. Определение неперпендикулярности сооружения безотражательным тахеометром // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе VI Международная научно-практическая конференция. 2012. С. 98-102.

10. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Кузнецова А.А. Алгоритм определения координат при мониторинге сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 3. С. 60-64.

11. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. История проблемы исследования погрешностей измерений углоизмерительных приборов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2013. № 5. С. 43-45.

12. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. 2015. С. 389-394.

13. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хоздоговорных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2013. № 4. С. 64-66.

14. Ляшенко П.А., Денисенко В.В. Вычисление характеристик микроструктуры грунта в опыте с компрессионным сжатием образца / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2009, № 45(01). – С. 66-82. – <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/03.pdf>.

15. Ляшенко П.А. Сопротивление и деформации глинистого грунта: монография. – Краснодар: КубГТУ, 2014. –161 с.

REFERENCES

1. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Opredelenie smeshcheniy osadok sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Novyy universitet. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2013. № 7 (17). S. 37-40.

2. Khortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Gorizontálne i vertikalnye smeshcheniya sooruzheniy i prichiny ikh vozniknoveniya // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape 2012. S. 116-119.

3. Khortsev V.L., Proskura D.V., Shevchenko G.G., Gura D.A. Nablyudeniya za gorizontálnymi i vertikalnymi smeshcheniyami sooruzheniy // V sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape 2012. S. 120-123.

4. Zdanie na ploshchadi Krasnykh vorot. Moskva: [Elektronnyy resurs] // URL: <http://xn--e1adcaacuhnujm.xn--p1ai/zdanie-na-ploshhadi-krasnyx-vorot-moskva.html> (data obrashcheniya: 31.03. 2016)

5. Kak opredelit dopustimye osadki fundamentov: [Elektronnyy resurs] // URL: <http://fundamentsovet.ru/ukreplenie/kak-opredelit-dopustimye-osadki-fundamentov-sovet-specialista.html> (data obrashcheniya: 31.03.2016)

6. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Avetisyan G.G. Izmereniya geometrii vysokikh stalnykh trekhgrannykh sooruzheniy // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosemka. 2010. № 6. S. 13-19.

7. Gura D.A., Shevchenko G.G. Sovremennye izmeritelnye tekhnologii na kafedre kadastra i geoinzhenerii v KubGTU // Nauchno-tekhnicheskiy zhurnal po geodezii, kartografii i navigatsii Geoprofi. 2012. № 6. S. 23-24.

8. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A. Metod opredeleniya smeshcheniy i osadok sooruzheniy s uchetom osobennostey rabot na stroitelnoy ploshchadke // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2012. № 11. S. 23-24.

9. Abushenko S.S., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Ilchenko E.S. Opredelenie nevertikalnosti sooruzheniya bezotrazhatelnym takheometrom // V

sbornike: Nauki o Zemle na sovremennom etape VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. 2012. S. 98-102.

10. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Gura D.A., Kuznetsova A.A. Algoritm opredeleniya koordinat pri monitoringe sooruzheniy s ispolzovaniem poiskovogo metoda uravnivaniya // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. № 3. S. 60-64.

11. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastukhov M.A., Shevchenko G.G. Istoriya problemy issledovaniya pogreshnostey izmereniy ugloizmeritelnykh priborov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geodeziya i aerofotosemka. 2013. № 5. S. 43-45.

12. Zheltko Ch.N., Pastukhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Otsenka pogreshnosti izmereniya gorizontalnykh uglov pri geodezicheskom soprovozhdenii vysotnogo stroitelstva // V sbornike: Regionalnye aspekty razvitiya nauki i obrazovaniya v oblasti arkhitektury, stroitelstva, zemleustroystva i kadaстров v nachale III tysyacheletiya Nauchnye chteniya pamyati professora V.B. Fedosenko. 2015. S. 389-394.

13. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Opyt ispolzovaniya tekhnologii i oborudovaniya Leica Geosystems v uchebno-obrazovatelnom protsesse KubGTU. Vypolnenie khozdogovornykh rabot // Nauka. Tekhnika. Tekhnologii (politekhnicheskiy vestnik). 2013. № 4. S. 64-66.

14. Lyashenko P.A., Denisenko V.V. Vychislenie kharakteristik mikrostruktury grunta v opyte s kompressionnym szhatiem obraztsa / Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2009, № 45(01). – S. 66-82. – <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/03.pdf>.

15. Lyashenko P.A. Soprotivlenie i deformatsii glinistogo grunta: monografiya. – Krasnodar: KubGTU, 2014. –161 s.

*SHIFTS AND PRECIPITATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES:
CAUSES AND CONSEQUENCES*

A.S. SUKMANYUK¹, A.P. PINCHUK¹, I.L. SUBBOTA², A.A. VORONOV¹

¹*Kuban State Technological University,
350072, Russia, Krasnodar, street Moskovskaya, 2;
e-mail: a.sukmanyuk@mail.ru.*

²*Academy of Construction and Architecture (V.I. Vernadsky Crimean Federal University),
181, Kievskaya st. Russian Federation, Simferopol, 295493,
e-mail: ingaland@mail.ru*

The work on studying and summarizing the concepts of the geodetic surveys of buildings and structures. The possible causes of the shifts, and precipitation techniques to address them, as well as the consequences of them. The article presents some of the objects, subjected to precipitation during the operation and described events that allow to eliminate changes and precipitation.

Key words: vertical, horizontal, changes, precipitation, displacement, geodetic surveys, measurements.