

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ КОМПАНИЙ LEICA, TRIMBLE, TOPCON

Тиссен А.А. – студент, Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

1. Наземные лазерные сканеры.

Современное геодезическое приборостроение развивается гигантскими темпами. В последнее время технология наземного лазерного сканирования все шире используется для решения задач инженерной геодезии в различных областях строительства и промышленности. Растущая популярность лазерного сканирования обусловлена целым рядом преимуществ, которые дает новая технология по сравнению с другими методами измерений. Среди преимуществ хочется выделить главные: повышение скорости работ и уменьшение трудозатрат. Технология наземного лазерного сканирования находится в постоянном развитии.

Наземный лазерный сканер Topcon GLS-1000 это импульсный лазерный сканер, созданный для автономной работы без использования компьютера, внешних аккумуляторов и проводов. Практичный, компактный, надежный - он готов к настоящей работе. Диапазон измеряемых расстояний в 330 метров и высокая точность каждого измерения дает возможность использовать его в различных задачах. GLS-1000 прост, быстр, эффективен и мобилен - для работы нужны только сканер, штатив и Вы. Выглядит это так же, как и работа с электронным тахеометром - нужен всего лишь один человек, стоящий за прибором.

Класс лазера - Невидимый, 1 класса ;Точность угловая- 6 " ;Размер лазерного пятна- 6 мм на 40 м ; Скорость сканирования - 3000 точек/сек

Поле зрения 70x360 (ВxГ°); Плотность сканирования 1мм между точками на 100 м; Видоискатель 2 МП цифровая камера; Размер 240 x 240 x 566 мм ; Вес 17,6 кг ;Диапазон рабочих температур 0° - +40°С.Батарея внутренняя (4 шт); Вес батареи 0,2 кг; Время работы 4 ч.

Лазерный сканер Trimble GX – геодезический инструмент, автоматически выполняющий измерения точек в заданном секторе и с заданным интервалом. Сканер Trimble GX обладает "астрономической" производительностью до 5000 измерений в секунду и точностью миллиметрового уровня. Этот инструмент идеально подходит для широкого спектра приложений, где использование электронного тахеометра экономически не выгодно или не возможно. Trimble GX незаменим при фасадных съемках, детальных съемках интерьеров промышленных объектов, открытых и закрытых горных выработок, тоннелей... В отличие от прочих традиционных геодезических приборов сканер дает подробную координатную информацию обо всем измеряемом объекте. Точность измерения углов 12".

Лазерный сканер Trimble FX это трехмерный лазерный сканер, предназначенный для выполнения в промышленности, кораблестроении, на морских добывающих платформах, везде, где чрезвычайно необходимо быстро получать точные трехмерные данные положения множества элементов конструкций. Дальномерная точность- 1-проход: 0.6мм на 11м; (при albedo 90%) 0.8мм на 21м 2-прохода: 0.45мм на 11м; 0.5мм на 21м.

2. Тахеометры.

Тахеометр GT5-102N Простые, компактные и удобные электронные тахеометры серии GTS - 100N с полной расширенной цифровой клавиатурой - это сочетание качества Topcon и привлекательной стоимости. Встроенное программное обеспечение позволяет решать все необходимые задачи на строительной площадке или при производстве топографических работ. Точность (с.к.о.) измерения угла одним приемом-2 "

Тахеометр Trimble VX Spatial Station Trimble VX Spatial Station обеспечивает быстрые и точные измерения и предоставляет новые возможности по работе с пространственными данными. Технология Trimble VISION Trimble VISION специально разработана для сохранения изображений объектов, получаемых со встроенной видеокамеры Trimble VX. Используя контроллеры Trimble можно передавать цифровое видеоизображение объекта работы и прово-

дить запись отдельных кадров в качестве абрисов. Тахеометр имеет угловую точность 1" и высокоточный дальномер 1 мм + 1 ppm, а также множество других функций для повышения производительности.

Электронный тахеометр Leica TPS 1200 Отличительной особенностью тахеометров 1200+ серии является удивительная гибкость в представлении, преобразовании и редактировании данных, информативность и "всеядность" системы. Вы можете принимать или передавать данные практически в любых форматах, в том числе графических. Краткое описание опций электронных тахеометров Leica 1200 серии: (1", 2", 3", 5")- угловая точность тахеометра (СКО измерения угловых величин).

3. Цифровые нивелиры.

Цифровые нивелиры Trimble DiNi Цифровые нивелиры производят автоматическое считывание по специальным штрих-кодовым рейкам, тем самым позволяют исключить ошибки оператора. Цифровые нивелиры Trimble DiNi имеют: большое поле зрения, большой графический экран, удобное пользовательское меню и клавиатуру, внутреннюю память на 30 000 точек. Точность измерения превышения (СКО на 1км двойного хода) :По инварной рейке 0.3 мм 0.7 мм ,По обычной рейке 1.3 мм 1.3 мм.

Нивелиры серии Runner выпускаются в двух модификациях: Runner20 и Runner24. Они отличаются увеличением зрительной трубы (20 и 24 крат соответственно) и следовательно точностью (2,5 и 2.0 мм на 1 км двойного хода). Эти приборы разработаны специально для работы на строительной площадке. Точность (СКО) на 1 км двойного хода от 0.3 мм до 2.5 мм в зависимости от марки. Температурный диапазон работы от - 20°C до + 50°C.

Литература:

<http://www.newstr.ru/>

<http://www.topcon.gsi.ru/>

<http://www.eftgroup.ru/>

<http://www.rusgeocom.ru/>

http://ru.wikipedia.org/wiki/Trimble_Navigation

<http://rosgeo.info/>

<http://www.geometer-center.ru/default.aspx?page=22>

<http://www.geokraft.ru/company/>

<http://www.aspector.ru/Lazernye-skanery.htm>

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Фетисов З.А. – студент, Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Во многих странах мира дорожное хозяйство как отрасль воспринимается как естественный объект для внедрения геоинформационных технологий, и использования ГИС для сопровождения автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла.

Основной целью создания ГИС автомобильных дорог является создание единой модели автомобильной дорог.

На рынке используется достаточно видов программного обеспечения САПР автомобильных дорог. Исходными данными для которых являются данные геодезических изысканий и отчасти карты местности.

На мировом рынке представлено множество систем для микро- и макро моделирования транспортных потоков.

Дополнительными исходными данными, по сравнению с системами моделирования транспортных потоков, являются технические сведения о состоянии дорог и социально-экономические сведения о регионе(продукты серии HDM-4, RED, ROCKS.).

В системах баз дорожных данных собирается информация о состоянии дороги (ровность, прочность, сцепление, дефекты, обустройство). На федеральном уровне использует

АБДД "Дорога". В регионах используются Титул-2005, RoadSoft и другие индивидуальные решения. Особенностью данных систем является представление всей информации по дорогам в пикетажной (линейной) системе координат.

Последние годы процесс диагностики автомобильных дорог стал сопровождаться выполнением видеосъёмки автомобильных дорог.

Видеопаспорта автомобильных дорог незаменимы для оценки изменения состояния дороги в ретроспективе. В настоящее время они рассматриваются как дополнение к банкам дорожных данных.

Информационно-эксплуатационные системы автомобильных дорог являются дальнейшим развитием банков дорожных данных (IndorInfo/Road и RoadSoft)

ГИС автомобильных дорог Российской Федерации – RusRoadS (в 2009г. запущен пилотный проект).

Как было отмечено выше в 2009 г. стартовал пилотный ГИС-проект федеральных автомобильных дорог с рабочим названием RusRoadS, названным по аналогии с EuroRoadS и что должно подчёркивать его родственность по моделям данных.

Помимо прямой цели создания ГИС для федеральных дорог (47 тыс. км), неявно предполагается создание ГИС всех дорог страны (1145 тыс. км дорог). Это связано с обязанностью (правда, пока чётко не формализованной) Росавтодора вести реестр всех автомобильных дорог.

График разработки RusRoadS предполагается следующий:

- 2009 гг. – препроектное обследование, сбор требований, предварительные спецификации данных, регламенты сбора и хранения информации;
- 2010 гг. – демонстрация на пилотной зоне ФУАД "Сибирь" (Новосибирская область, Кемеровская область, Алтайский край); первые финальные спецификации;
- 2011 гг. – опытное внедрение на федеральных ОУДХ;
- с 2012 гг. – промышленная эксплуатация на федеральных ОУДХ.

В качестве основы для разработки взята модель данных EuroRoadS. Среди ключевых требований к универсальной модели данных ГИС автомобильных дорог выделены следующие:

- Топологическое представление полос дороги (существует противоречие между моделью осей дорог и полосовым представлением, нерешённое в EuroRoadS).
- Метрические требования (двойные системы координат: геоцентрические и пикетажные; частично это решено в EuroRoadS).
- Темпоральность (для некоторых задач требуется модель темпоральности как в ArcGIS, основанная на версиях; а в других – только диапазон жизни объекта как в EuroRoadS).
- Масштабируемость по задачам (как в EuroRoadS атрибуты представляются отдельными сущностями) и по регионам (согласованность данных на границах смежных территорий).
- Генерализация в явном виде (широкий спектр решаемых задач требует разной степени детальности сети дорог: объекты большей степени детализации должны хранить ссылки вверх на генерализованный объект).
- Согласованность с иными видами транспорта и смежными отраслями (отработано в моделях данных HDM-4).

Литература:

1. Материалы XVI Всероссийского форума «Рынок геоинформатики в России. Современное состояние и перспективы развития»
2. Геоинформационный портал ГИС – Ассоциации(www.gisa.ru)
3. www.buildsoft.ru
4. akz-pts.narod.ru
5. совместное издание ГИС – Ассоциации и КБ «Панорама»(Выпуск №1 Зима 2003)
www.gisinfo.ru

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ДОРОГ
Невзоров С.С. – студент, Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

При проектировании и строительстве дорог закладываются определенные эксплуатационные характеристики и геометрические параметры (радиус кривой, вираж, ровность, посадка и т.д.)

Для оценки состояния дорог применяется техническая диагностика по следующим методам: Относительные методы (базируются на хордовом методе); Геодезические методы по координатам.

Первая группа методов основана на измерении геометрических параметров дороги при помощи комплексов (вагон-путеизмеритель, толчкомер, профилограф и т.д.) при перемещении вдоль дорожного полотна. Эффективность этих методов является низкой, как при оценке достоверности состояния дорог, так и по производительности. А также не позволяют оценить динамику изменения геометрических параметров. Функциональные возможности относительных методов определения пространственного положения и геометрических параметров дороги при их разнообразии и широком применении в настоящее время очевидно ограничены. Они исчерпали свои возможности и не позволяют расширить диапазон исследований и функциональные возможности диагностической аппаратуры, в частности определять динамику изменения параметров.

Вторая группа основана на определении пространственного положения элементов дороги и геометрических параметров, включая определение неровностей в вертикальной и горизонтальной плоскости. Учитывая, что координаты определяют пространственное положение объекта и могут преобразовываться из одной системы координат в другие, могут быть использованы для любых расчетов определяющих взаимное положение элементов дороги и их положение относительно пространственной системы координат. Важное значение геодезических методов заключается в возможности мониторинга автомобильных и железных дорог. Применение геодезических координат позволяет с использованием программных комплексов ГИС получать динамику изменения параметров с течением времени.

Наиболее распространенными средствами определения пространственного положения являются спутниковые системы координат (GPS и ГЛОНАСС), тахеометры различных типов, лазерные сканеры и инерциальные системы, системы счисления пути (интеграторы), фотограмметрические и другие средства.

Диагностическая аппаратура для автомобильных и железных дорог отличается только конструктивно в большей степени ходовой тележкой или транспортным средствам, на которые устанавливается аппаратура.

АПК «Профиль» предназначен для диагностики железных дорог по геометрическим параметрам, натурной съемки плана и продольного профиля железнодорожных путей, ПТ «Волна» предназначена для натурной съемки волнообразного износа рельсов, АПК «Волна» предназначена для натурной съемки волнообразного износа рельсов и определения геометрических дефектов рельсов. УДК «Ровность» предназначен для диагностики автомобильных дорог по параметру ровность и поперечные уклоны. ДПЛ СГУПС предназначена для диагностики автомобильных дорог по геометрическим параметрам и проектно-изыскательских работ для капитального ремонта.

Широкое внедрение геодезических методов позволит перейти на новый уровень диагностики дорог с выдачей эксплуатационным организациям и управленческим структурам прогноза по техническому состоянию и срокам предупредительно-восстановительных работ, что позволит многократно снизить затраты на эксплуатацию дорог.

В 2008 году сотрудники НИЛ «ДДО и ЗП» выполнили оцифровку Транссибирского хода в объеме 275 км. при помощи «Глобальной навигационной системы» ГНСС на железнодорожном транспорте. Область применения ГНСС на железных дорогах включает решение проектно-изыскательских задач, натурные проверки плана и профиля, тяговые расчеты,

управление движением, перевозку опасных грузов, контроль за параметрами движения и местоположением в реальном времени за любыми подвижными объектами (путеизмеритель, дефектоскоп, строительная техника и т.д.), земельный кадастр, мониторинг состояния верхнего строения пути (пучинообразование, проблемные участки пути по геометрическим параметрам) и т.д.

Решение любой из приведенных задач может быть выполнено только при наличии оцифрованных путей. Оцифровка выполняется с погрешностью ± 5 метров ГНСС навигационного класса точности. По результатам оцифровки создается электронная карта железнодорожных путей ЗСЖД и база данных инженерных объектов с координатной и линейной привязкой инженерных объектов.

Литература

1. <http://ddoizp.stu.ru/>

ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА КРУГОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Синицын А.А. – студент, Азаров Б.Ф. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Задача: произвести разбивку (рассчитать координаты положения основных точек объекта) объекта круглого очертания типа беговой дорожки или велотрека, пешеходной дорожки вокруг клумбы или площади. Расчёт произвести двумя способами: с возможностью разбивки из центра окружности и без такой возможности, то есть, разбивку производят вне центра круга.

Исходные данные: $R_1 = 80$ м, $R_2 = 77$ м, $S = 5$ м;

Первый способ – разбивка из центра.

Находим количество точек, положение которых требуется определить, в соответствии с шагом, равным 5 метров:

$$n_1 = l_1/S = 2 \cdot \pi \cdot R_1 / 5 = 100,53 \approx 100;$$

$$n_2 = l_2/S = 2 \cdot \pi \cdot R_2 / 5 = 96,76 \approx 97.$$

Затем делим на полученные значения n_1 и n_2 360° (полный оборот) и получаем соответственно $3^\circ 36'$ и $3^\circ 43'$ (при выполнении разбивки с точностью до минут).

После определения количества точек устанавливаем теодолит в центр окружности, наводим визирный луч его зрительной трубы на первую точку (направление выбирают произвольное), от неё поворачиваем прибор по часовой стрелке на полученное значение угла ϕ_i , соответствующего одному шагу. Схема по расчёту координат опорных точек представлена на Рисунке 1.

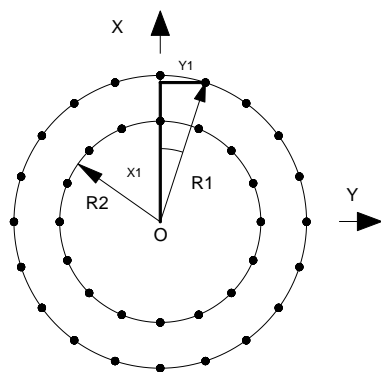


Рисунок 1 – Схема расчёта координат опорных точек из центра окружности

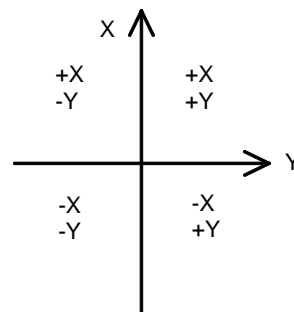


Рисунок 2 – Схема для определения знака координат опорных точек в зависимости от четверти, в которой они расположены.

Таблица 1 - Расчёт координат опорных точек в первой четверти

№п/п	$\varphi_i(\text{рад})$	$\varphi_i(\text{град})$	$\varphi_j(\text{рад})$	$\varphi_j(\text{град})$	R1, м	R2, м	Xi	Yi	Xj, м	Yj, м
1	0	0	0	0	80	77	80	0	77	0
2	3,6	0,063	3,71	0,065	80	77	79,842	5,023	76,839	4,982
3	7,2	0,126	7,42	0,130	80	77	79,369	10,027	76,355	9,944
4	10,8	0,188	11,13	0,194	80	77	78,583	14,990	75,552	14,864
5	14,4	0,251	14,84	0,259	80	77	77,487	19,895	74,432	19,721
6	18	0,314	18,55	0,324	80	77	76,085	24,721	73,000	24,496
7	21,6	0,377	22,26	0,389	80	77	74,382	29,450	71,262	29,168
8	25,2	0,440	25,97	0,453	80	77	72,386	34,062	69,225	33,718
9	28,8	0,503	29,68	0,518	80	77	70,105	38,540	66,898	38,127
10	32,4	0,565	33,39	0,583	80	77	67,546	42,866	64,291	42,376
11	36	0,628	37,1	0,648	80	77	64,721	47,023	61,414	46,447
12	39,6	0,691	40,81	0,712	80	77	61,641	50,994	58,280	50,324
13	43,2	0,754	44,52	0,777	80	77	58,318	54,764	54,901	53,989
14	46,8	0,817	48,23	0,842	80	77	54,764	58,317	51,293	57,428
15	50,4	0,880	51,94	0,907	80	77	50,994	61,641	47,469	60,627
16	54	0,942	55,65	0,971	80	77	47,023	64,721	43,447	63,572
17	57,6	1,005	59,36	1,036	80	77	42,866	67,546	39,243	66,250
18	61,2	1,068	63,07	1,101	80	77	38,540	70,104	34,873	68,650
19	64,8	1,131	66,78	1,166	80	77	34,062	72,386	30,358	70,763
20	68,4	1,194	70,49	1,230	80	77	29,450	74,382	25,716	72,579
21	72	1,257	74,2	1,295	80	77	24,721	76,084	20,966	74,091
22	75,6	1,319	77,91	1,360	80	77	19,895	77,487	16,128	75,292
23	79,2	1,382	81,62	1,425	80	77	14,991	78,583	11,222	76,178
24	82,8	1,445	85,33	1,489	80	77	10,027	79,369	6,269	76,744
25	86,4	1,508	89,04	1,554	80	77	5,023	79,842	1,290	76,989

Для того, чтобы рассчитать координаты точек в остальных четвертях, по схеме, изображённой на Рисунке 2, меняем знаки у полученных значений (X;Y) в первой четверти.

При втором способе, когда нет возможности производить разбивку из центра окружности, разбивают сначала квадрат со сторонами, равными диаметру искомой окружности так, чтобы линии, соединяющие середины сторон, проходили через центр окружности. Сразу определяют положение 4-х главных опорных точек – квадрантов. Затем производят те же вычисления, как и при первом способе, с той лишь разницей, что как показано на схеме (Рисунок 3), определяют расстояние от грани квадрата до опорной точки. Для этого откладывают на одной стороне квадрата от одного из квадрантов, лежащих на оси ОУ значение X_i параллельно оси ОХ. Вычитают полученное значение Y_i из величины радиуса, откладывают результат вычитания параллельно оси ОУ в сторону оси ОХ. Таким способом определяют положение каждой последующей точки. Координаты опорных точек такие же, как и в первом случае. Далее приведена схема разбивки окружности вне центра.

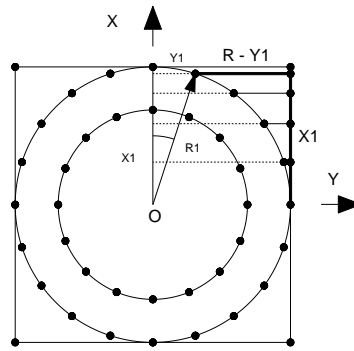


Рисунок 3 – Схема для разбивки вне центра окружности

Вывод: последний способ осложняется тем, что почти невозможно проверить правильность построения линий. Это можно сделать с помощью теодолита, однако в данной ситуации это займёт намного больше времени, чем в первом случае, где правильность определения координат и разбивки опорных точек проверяют, установив теодолит в центр круга и вращая им, сверяют углы между опорными точками с расчётными значениями. Однако здесь же кроется преимущество второго способа. Он не требует точности измерения углов при определении координат опорных точек, здесь более важную роль играет то, как точно определить и отложить необходимые расстояния.

СТРОИТЕЛЬСТВО МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ РЕКУ ОБЬ В РАЙОНЕ Г. БАРНАУЛА

Заикин А.В.- студент, Азаров Б. Ф. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

1. Общие характеристики Обского моста

Новый мост — мост через реку Обь в Барнауле, соединяющий Центральный район города и правый берег реки. Переправа общей протяжённостью 941,5 м. состоит из семи пролётов, ширина моста — 31,81 м., полезная площадь 29949 м², приведенная высота 46,38 м. Класс водотока III. Расчётный расход 11420 м³/сек. Расчетная нагрузка А-11, НК-80. Двухстороннее трёхполосное движение обеспечивает пропускную способность - более 20 тыс. машин в сутки.

Устой, промежуточные опоры, сопряжения с подходами бетонные и железобетонные общим объемом 58863 м³, в т.ч. сборный железобетон 12901 м³. Устой левобережный сборно-монолитный на сваях-оболочках диаметром 0,6 м. Устой правобережный обсыпной, сборно-монолитный, фундамент на сваях-оболочках диаметром 0,6м.

Промежуточные опоры (7 штук) сборно-монолитные с применением бетонных контурных блоков, фундаменты на сваях-оболочках диаметром 1,6 м.

Пролётные строения металлические (12606) в поперечном сечении состоят из трёх цельноперевозимых коробок, объединённых ортотропной плитой проезжей части. Строительная высота пролётного строения на опоре 3,93 м. Мост предусматривает пропуск шести колонн автотранспорта, имеет две полосы безопасности шириной по 1м, два тротуара шириной по 2,25 м. Все пролёты приняты судоходными из-за возможных деформаций русла. В двух левобережных пролётах высота подмостового габарита принята равной 16,85м при ширине 12 м. По остальным пролётам схема судоходных габаритов — 4 х (12 х 13).

1.1 Левобережный подход к мосту через Обь

Левобережный подход к мосту через Обь – это магистральная улица общегородского значения непрерывного движения, длина 1356,1 ширина земляного полотна 38 м, габарит проезжей части 11,25 + 2 + 11,25 м. Тип и конструкция дорожной одежды – двухслойный

асфальтобетон (мелкозернистый – 5 см, крупнозернистый – 6 см) на основании из черного щебня (8 см), фракционного щебня (25 см) и песка (50 см). Расчетная нагрузка А11, НК – 80.

1.2 Правобережный подход

Правобережный подход – магистральная улица общегородского значения непрерывного движения, длина – 1884,7 м, ширина земляного полотна, габарит проезжей части, тип и конструкция дорожной одежды, расчетная нагрузка те же, что и для левобережного подхода.

1.3 Автодорога I категории

Автодорога I категории, длина 12178 м: от правобережного подхода до Новосибирского тракта. Габарит проезжей части 7,5 + 6 + 7,5 м. Ширина земляного полотна 28 м. Расчетная нагрузка А11, НК – 80. Тип и конструкция дорожной одежды те же, что и на подходах к мосту через Обь.

1.4 Мост через канал спрямления реки Лосихи

Схема моста 4 х 24 м. Длина моста 101,8 м, ширина 27,82 м. Устои, опоры, сопряжения с подходами и пролетные строения железобетонные, его объем 3068 м³, в том числе сборный железобетон 1779 м³. Устои козлового типа, стоечные, сборные, на сваях 35 х 35 см. Промежуточные опоры сборно-монолитные на сваях 35 х 35 см. Пролетные строения длиной 24 м.

1.5 Мост через Барнаулку

Схема моста 2 х 33 м. Длина моста 70,95 м, ширина 39 м. Устои, опоры, сопряжения с подходами и пролетные строения железобетонные объемом 2550,3 м³, в том числе на береговые опоры (устои) 762,5 м³, на промежуточную опору 469,6 м³, на пролетные строения 1050 м³, на сопряжения 238,2 м³. Фундаменты опоры и устоев – буронабивные сваи диаметром 1500 мм, верх – железобетонные столбы.

1.6 Мост через канал отвода протоки Талой

Его схема 6 х 12 м, длина 77,35 м, ширина 10,82 м. Устои, опоры, сопряжения с подходами и пролетные строения железобетонные, его объем 798 м³, в том числе сборный железобетон 694 м³. Устои и опоры безростверковые на сваях – оболочках диаметром 0,6 м. Пролетные строения длиной 12 м.

1.7 Несколько путепроводов

Например, на транспортной развязке с Красноармейским проспектом (схема 2 х 24, угол пересечения 63°, длина 81 м, ширина 39, 82 м; опоры, устои, сопряжения с подходами и пролетные строения железобетонные, объем железобетона 6119 м³, в том числе сборный 3428 м³; устои сборно-монолитные с обратными стенками на сваях 35 х 35 см, пролетные строения сборные, длиной 24 м)...

Струенаправляющая дамба на правом берегу р. Оби: длина ее 1610 м, ширина 10 м.

Отсеченная дамба у реки Лосихи. Длина ее 1980 м, ширина 6 м.

Канал спрямления реки Лосихи. Длина его 4350 м, ширина 50 м.

Канал отвода протоки Талой. Длина 4040 м, ширина 60 м.

Дренажный канал. Длина его 4210 м, ширина 15,25 м.

Водопропускные круглые железобетонные трубы. Одна диаметром 2 м, длина ее 61 м. 5 труб диаметром 1,5 м, общая длина их 250 м. 7 труб имеют диаметр 1 м, общая их длина 117,5 м.

Укрепление левого берега от размыва – на участке длиной 240 м забивается железобетонный шпунт и укладывается каменная призма.

Всего на сооружение мостового перехода предусматривалось 127,341 м³ железобетона и бетона (в том числе сборного – 60271 м³), 13548 т металла, 187841 м³ строительного камня и 72 млн. м³ насыпного и намывного грунта. Согласно утвержденному свободному сметному расчету стоимость строительства составляет 188,9 млн.руб. в ценах 1991 года. По сообщениям ИА "Амител", в 2006 году ОАО "РЖД" выделила 210 млн. рублей на строительство алтайского мостового перехода через Обь.

Вывод: мост через Обь, строительство которого началось в январе 1988 года, был пущен в эксплуатацию 25 июля 1997 года. Сметная стоимость работ по утвержденной проектно-сметной документации в ценах 1984 года – 65638,55 тыс.руб. Фактические затраты (для

заказчика) с учетом переоценки составили по акту 262486573,5 тыс.руб. (неденоминированных рублей).

Спустя год с небольшим после принятия Обского моста рабочей комиссией, 19 октября 1998 года, Государственной приемочной комиссией был принят в эксплуатацию на платной основе первый пусковой комплект мостового перехода через Обь в Барнауле протяженностью 3,79 км, в том числе мост через Обь. Вследствие чего поступления средств за проезд ежегодно возрастала. Так, среднесуточный сбор в 1997 году составил 7633 руб., в 1998 году – 9518 руб., в 1999 году (за период с января по июль) – 13260 руб. Это и отображает увеличение интенсивности движения по новому Обскому мосту.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Бахметьева Е. В., Суханова П. Н. – студенты, Бодосова Т. С. – ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В практике строительства и эксплуатации зданий и сооружений, расположенных на территориях с опасными природными и техноприродными процессами, возникает необходимость в геодезических наблюдениях за деформациями в тех случаях, когда эти процессы могут влиять на безопасность строительства или уже повлияли при эксплуатации объектов.

Перемещения и деформации оснований и конструкций зданий и сооружений происходят, как правило, вследствие перемещения частиц грунта под влиянием тяжести сооружения, динамических воздействий, изменения влажности, температуры и других причин. Для города Барнаула актуальны нарушения целостности объектов, основаниями которых служат лессовые просадочные грунты. Особое внимание уделяется сооружениям в оползневой зоне. Своевременное и качественное наблюдение за развитием деформаций, особенно неравномерных, – залог надежности и безопасности.

Результаты геодезических наблюдений должны обеспечивать сравнение измеренных и расчетных (прогнозируемых) деформаций, выявление причин деформаций, принятие, в случае необходимости, мер по устранению нежелательных процессов и укреплению зданий и сооружений.

Измерения деформаций оснований фундаментов строящихся зданий и сооружений следует проводить в течение всего периода строительства и во время эксплуатации до достижения условной стабилизации.

Измерения деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления недопустимых трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы здания или сооружения [1].

В зависимости от того, по каким осям сооружения возможны деформации, выбирают вид наблюдений:

- на потенциально неустойчивых склонах отслеживают вертикальные и горизонтальные смещения;
- на остальных территориях с опасными природными и техноприродными процессами – вертикальные смещения.
- для сооружений башенного типа дополнительно проводят геодезические наблюдения за их наклонами.

Метод измерений вертикальных и горизонтальных перемещений и определения крена устанавливается программой измерения деформаций в зависимости от требуемой точности измерения, конструктивных особенностей, класса ответственности сооружения.

Предварительное определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций надлежит выполнять в зависимости от ожидаемой величины перемещения, установленной проектом либо в соответствии с характеристикой здания.

Самыми распространенными являются геодезические наблюдения за вертикальными смещениями объектов, так как осадки (в совокупности с просадками) оснований – наиболее вероятный и характерный в той или иной степени для многих грунтов процесс.

Крен фундамента (или здания, сооружения в целом) измеряется одним из следующих методов или их комбинированием: проецирование; координирование; механические способы с применением кренометров; фотограмметрия.

При измерении кренов фундамента (здания, сооружения) методом проецирования обычно применяются теодолиты, снабженные накладным уровнем, или приборы вертикального проецирования. Самая верхняя точка сооружения проецируется визирным лучом на основание, отслеживается расхождение верхней и нижней точек.

При измерении кренов методом координирования необходимо установить не менее двух опорных знаков, образующих базис, с концов которого определяются координаты верхней и нижней точек здания (сооружения). Для измерения крена зданий и сооружений сложной геометрической формы следует использовать метод измерения горизонтальных направлений с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных направлениях (по отношению к зданию, сооружению). Для измерения кренов фундаментов под машины и агрегаты в промышленных зданиях и сооружениях надлежит применять переносные или стационарные кренометры, позволяющие определить наклон в градусной или относительной мере.

Фотограмметрический (стереофотограмметрический) метод следует применять для измерения осадок, сдвигов, кренов и других деформаций при неограниченном числе наблюдаемых марок, устанавливаемых в труднодоступных для измерений местах функционирующих зданий и сооружений.

Величина крена (в угловой мере) должна определяться по линейной величине сдвига, отнесенной к высоте деформационной марки над подошвой фундамента.

Часто в процессе эксплуатации зданий на конструкциях возникают и развиваются трещины. При появлении их в несущих конструкциях зданий и сооружений необходимо проводить систематическое наблюдение за развитием с тем, чтобы выяснить характер деформаций и степень опасности их для дальнейшей эксплуатации объекта. Отследить раскрытие трещин по ширине можно с использованием измерительных или фиксирующих устройств, прикрепляемых к обеим сторонам трещины: маяки, щелемеры, рядом с которыми проставляются их номера и дата установки. При ширине трещины более 1 мм необходимо измерять ее глубину [2].

По результатам наблюдений за деформациями зданий и сооружений делается техническое заключение о состоянии и прогнозе развития выявленных деформаций, разрабатываются рекомендации по ведению соответствующих мероприятий, предотвращающих вредные следствия критических деформаций, что позволяет продлить срок службы здания (сооружения) [3].

Литература:

1. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. – Введ. 1998-03-01. – М.: Изд-во стандартов, 1997.

2. ГОСТ 24846-81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – Введ. 19982-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1981.

3. Геодезический мониторинг оснований зданий и сооружений. Инженерно - геодезические изыскания. [Электронный ресурс] // Гео-гарант. Геодезия. Картография. Кадастр. Режим доступа: <http://www.geo-garant.ru/cgi-bin/content.pl?p=162> – Загл. с экрана.

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МАРКИ: НАЗНАЧЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ

Жуков А. В. – студент, Бодосова Т. С. – ассистент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Особым аспектом правильной эксплуатации зданий и сооружений, а так же исследования грунтов является наблюдение за их перемещениями. Отследить деформации какого-либо физического объекта возможно, фиксируя изменение положения в пространстве со временем некоторых точек на теле этого объекта. Для закрепления таких точек внедряется конструкция, перемещаемая вместе с объектом как единое целое. Возможна замена конструкции на простую разметку краской (поверхностный знак), например, для отслеживания деформаций на автомобильных дорогах выполняется нанесение точек-марок в поперечном направлении через определенные расстояния.

Геодезический знак (поверхностный, глубинный и стенной), устанавливаемый для наблюдений за смещениями (деформациями) зданий, сооружений, земной поверхности и толщи горных пород (в специальных штольнях, выработках и др.) называется деформационной маркой [1].

Для исследований опасных природных и техноприродных процессов, в том числе и непосредственно влияющих на сохранность объектов, построенных человеком, необходимо создание (наравне с привязкой к существующим) геодезических сетей, включающих опорные (неизменяемые) и деформационные пункты. То есть геодезические наблюдения основываются на систему деформационных марок, устанавливаемых в тело исследуемого объекта, и реперов, относительно которых периодически измеряются координаты и высоты для определения горизонтальные и вертикальные перемещений. Естественно, важной задачей является разработка как самой сети, так и конструкций геодезических знаков, с непосредственной привязкой к исследуемому объекту, либо к изучаемой местности.

В зависимости от целей наблюдений, характера объекта, места установки можно выделить следующие типы деформационных марок: поверхностные и глубинные, грунтовые и стенные (открытые и закрытые), плитные и цокольные, временные и постоянные и др.

Поверхностные марки позволяют отследить изменение внешней формы исследуемого объекта, в том числе и рельефа. Часто используются для отслеживания деформаций зданий и сооружений, в том числе и особо ответственных. Предпочтительно располагать марки в продольных и поперечных наблюдательных створах, по периметру здания, а так же в наиболее характерных точках. Например, поверхностные марки, установленные в продольных наблюдательных створах на плотине, предназначены для контроля закономерности её осадки по линии створа. При пристройке вновь возводимого здания к уже существующему место примыкания рассматривается как осадочный шов. По обе стороны от него должны закладываться по одной марке или одна марка и щелемер. Эти меры позволяют держать под контролем состояние обоих сооружений [1]. Те же наблюдения следует проводить при резком изменении условий эксплуатации здания, после землетрясений, наводнений или оползней, при появлении трещин.

Грунтовые глубинные марки используются для наблюдения за осадками отдельных слоёв грунта. Данные приспособления в основном служат для наблюдения за обвало- и оползнеопасными участками земной поверхности. Они имеют стержни, уходящие в грунт на расстояние от 0,5 метра и до 1,5 метра ниже максимальной глубины промерзания грунта [2].

Грунтовые марки (глубинные и поверхностные) позволяют предсказать опасные природные или техноприродные процессы. Наблюдения за ними дают возможность построить карту развития склонового процесса, его скорости и направления. Появляется возможность разработки и проведения мер по предотвращению опасных процессов, угрожающих населению, проживающему в неблагоприятном районе или важным промышленным сооружениям, а так же процессов, которые могут косвенно повлиять на жизнь людей. Например, изменение речных русел и т.п.

Важное условие при установке марок: сохранить свойства наблюдаемого объекта, обеспечив совместную работу этого объекта и марки. Например, при устройстве грунтовых деформационных знаков не следует использовать тяжелые массивные конструкции, которые могут повлиять на свойства грунта посредством давления от веса марки. При закладке стенных марок, необходимо их надежное внедрение в конструкцию здания, чтобы перемещение марки можно было ассоциировать с перемещением участка наблюдаемого объекта.

Обязательно разрабатывается схема расположения деформационных знаков, которая позволит отследить перемещение объекта во всех трех направлениях в пространстве (либо в необходимых). Далее устанавливается программа наблюдений, периодичность, необходимая точность измерений и методика анализа получаемых результатов. Только хорошая детальная проработка поможет выполнить достоверную всестороннюю оценку характера (интенсивности) и закономерности развития исследуемых процессов.

Литература:

1. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. – Введ. 1998-03-01. – М.: Изд-во стандартов, 1997.

2. П 81-2001. Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками грунтовых плотин [Электронный ресурс] / ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева» – СПб: Изд-во ВНИИГ, 2001 // Нормативные документы. – Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/ntdtext/539995> – Загл. с экрана.

ТЕОДОЛИТ: ОТ ИСТОРИИ К СОВРЕМЕННОСТИ

Косачева А. В., Круглов Е. В. – студенты, Бодосова Т. С. – ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Теодолиты – устройства, которые предназначены для измерения вертикальных и горизонтальных углов на местности [1]. Первое упоминание слова "теодолит" или "теодолитус" встречается в руководстве по землемерию, геометрической практике "Pantometria" (1571 год), написанной Леонардом Диггесом. Она была опубликована посмертно его сыном, Томасом Диггесом. Диггес-старший предложил новое имя для инструмента, но происхождение этого имени неясно. Происхождение слова "теодолит", возможно, связано с греческими словами *theomaí* смотрю, вижу и *dolichos* – длинный, далеко.

Инструменты, предшествующие теодолиту, такие как геометрический круг или различные градуированные круги (угломер или курвиметр) и полукруги (графометр) использовались для измерения либо вертикальных, либо горизонтальных углов. Объединение двух измерительных приборов в одном, способном измерить оба угла, было лишь вопросом времени. Грегориус Рейш показал такой инструмент в приложении к книге "Margarita Philosophica", опубликованной в 1512 году в Страсбурге. Прибор был описан в приложении Мартином Валдсеемюллером, топографом-картографом из Ринеланда, изготовившим его в том же году. Валдсеемюллер назвал его полиметром.

Существует некоторая неразбериха в том, какому инструменту было впервые дано название "теодолит". Некоторые считают ранние теодолиты всего лишь азимутальным инструментом, другие же определяют их как альтазимутальные. В книге Диггеса теодолитом назван прибор, измеряющий только горизонтальные углы. Диггес также описывает инструмент, измеряющий и высоту, и азимут, но называет его топографическим инструментом. Таким образом, название, данное сначала только азимутальному инструменту, позже становится названием альтазимутальных приборов. В энциклопедии 1728 года графометр сравнивается с полутеодолитом. Даже в конце 19-го столетия инструмент для измерения только горизонтальных углов назывался простым теодолитом, а альтазимутальный – плоским теодолитом. Первым инструментом, похожим на настоящий теодолит, был, по всей видимости, прибор, созданный Джошуа Хабермелем (Эразм Хабермельский) в 1576 в Германии. Он был объединен с компасом и треногой. Теодолит стал современным точным инструментом в 1787 году, когда Джесси Рамсен представил свой знаменитый теодолит. Он смастерил его сам, с помо-

щью точного разделительного механизма, изготовленного собственноручно. По мере усовершенствования технологий вертикальный полукруг в 1840 году был заменен полным кругом [2].

Было множество геодезических инструментов с изящными и остроумными усовершенствованиями. Но все инструменты до середины 50-х годов XX столетия являлись исключительно оптико-механическими устройствами. Дальше наступил период, который можно назвать революцией в геодезическом приборостроении: в геодезию пришла электроника [3].

Современный теодолит представляет собой оптическую трубу, движущуюся по двум перпендикулярным осям, горизонтальной и вертикальной. Когда оптическая труба направлена на желаемый объект, угол каждой из этих осей может быть измерен с высокой точностью, обычно по шкале, градуированной в угловых секундах.

Для плавного вращения алидады и лимба имеется система осей, а сами вращения регулируются зажимными и наводящими винтами. Для установки теодолита на земле применяется специальный штатив, а совмещение центра лимба с отвесной линией, проходящей через вершину измеряемого угла, осуществляется с помощью оптического центрирования или нитяного отвеса.

Стороны измеряемого угла проектируются на плоскость лимба подвижной вертикальной плоскостью, которая называется коллимационной плоскостью. Коллимационная плоскость образуется визирной осью зрительной трубы при вращении трубы вокруг своей оси.

В современных теодолитах вычисление горизонтальных и вертикальных углов обычно выполняется с помощью электроники. Считывание данных проводится вращающимся энкодером, который может быть абсолютным, например использующим коды Грея, или дифференциальным, использующим равноотстоящие друг от друга светлые и темные круговые полосы. В последнем случае круги быстро вращаются, сводя угловые измерения к электронным вычислениям разницы во времени. Позже на фокусную плоскость оптической трубы были добавлены CCD-датчики, позволяющие осуществлять и автонацеливание на визирную метку и вычисление ее остаточного смещения. Возможности этих вычислений были внедрены в установленное программное обеспечение [2].

Также многие современные теодолиты оборудованы встроенным электрооптическим определителем расстояния, в основном, работающем в инфракрасном диапазоне. Он позволяет за один раз измерить трехмерные векторы – хотя и в определенных инструментом полярных координатах, – которые могут затем быть трансформированы в уже имеющуюся координатную систему местности методом достаточного количества контрольных точек. Эта техника называется методом засечек, или топографическим позиционированием свободных станций. Она широко используется в картографическом деле. Инструменты, "разумные" теодолиты, называемые самопишущие тахеометры или "рабочие станции" проводят необходимые операции, сохраняют данные во внутренней памяти или на внешних носителях. Обычно для сохранения данных используется ноутбук или карманный компьютер повышенной защищенности.

Объединение электронного теодолита, малогабаритного фазового светодальномера и микрокомпьютера в единую конструкцию позволило создать электронный тахеометр-прибор, позволяющий выполнять как угловые, так и линейные измерения с их обработкой в полевых условиях. В зарубежной литературе такие приборы получили название Total Station (универсальная станция). Их точность доходит до 0,5 угловой секунды и 2 миллиметров + 2 мм/км, а дальность действия – до 5 километров [3].

Таким образом, электронный тахеометр – один из основных современных измерительных средств, которое в сочетании с глобальной спутниковой системой позволяет решить большинство геодезических задач.

Литература:

1. Инженерная геодезия: учебник для вузов ж.-д. трансп. / А.А. Визгин, В.Н. Ганьшин, В.А. Коугия и др.; под ред. проф. Л.С. Хренова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 352 с.

2. Предназначение теодолита. Устройство и принцип действия, история, использование в геодезии. // Геодезические приборы. Геоприбор – Казань. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geokzn.ru/articles/39-geodesy>. – Загл. с экрана.

3. А. Голубев. Геотроника: новая жизнь древней науки. // Российская электронная библиотека. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.erudition.ru/referat/ref/id.48680_1.html. – Загл. с экрана.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ОПОЛЗНЕВЫМИ ЗОНАМИ

Рибсам Е. В. – студент, Бодосова Т. С. – ассистент

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В районе города Барнаула и на его территории существует обширная оползневая зона по левому берегу реки Оби, протянувшаяся на десятки километров. Активность грунтовых массов не постоянна. Периодически наблюдается зарождение новых оползней, в том числе и на территориях, занятых зданиями и сооружениями и используемых человеком в различных целях.

Оползневые процессы могут оказать влияние на устойчивость инженерных сооружений. Но угроза с их стороны может быть преувеличена или преуменьшена. Для **выявления оползневых процессов** на склонах первостепенное значение имеет изучение их морфологии. Морфологически слабо выраженные стёртые формы в отличие от резких явно указывают на малую активность процесса в настоящее время. Однако если размеры форм, следовательно, и масштабы явлений значительны, то стёртость форм никак не говорит о слабой угрозе. И наоборот, резкие формы при малом масштабе явлений служат благоприятным фактором. Свидетелями развития на склоне оползневых процессов служат появление «беспорядочного» бугристо-волнистого рельефа на поверхности и в основании склона, наличие террасовидных площадок, запрокинутых в сторону берега, свежих стенок срыва, замкнутых западин и других форм, чуждых обычному склону реки. Следует заметить, что крупные оползневые тела на склонах могут быть приняты за речные террасы. Это один из видов так называемых псевдотеррас [1]. Поэтому необходимы комплексные наблюдения за движениями массивов грунтов и всестороннее изучение процессов, динамики развития.

Стационарные наблюдения за оползневыми и обвальными процессами позволяют осуществлять прогноз устойчивости склонов, особенно при проектировании ответственных объектов строительства. Состав, методы и сроки выполнения стационарных наблюдений следует обосновывать с учетом типа, стадии (фазы), масштабности, интенсивности и периодичности проявления этих процессов. Начало стационарных наблюдений рекомендуется приурочить к подготовительному периоду и проводить до окончания строительства, а при сложной оползневой обстановке продолжать и в период эксплуатации объекта строительства. Продолжительность и периодичность повторных наблюдений рекомендуется устанавливать в зависимости от периодичности проявления (сезонной, многолетней), типа оползней и обвалов, скорости оползания грунтовых масс, скорости накопления осыпей и обваливающихся масс, состава намечаемых защитных мероприятий. При установлении периодичности наблюдений следует учитывать значительную неравномерность развития оползневого процесса во времени и в пространстве и наличие эпизодически возникающих природных явлений (наводнения, ливни, штормы, землетрясения и т.п.). При значительных по скорости оползневых смещениях наблюдения следует проводить круглосуточно. При медленных они проводятся в характерные сезоны года (2-4 раза в год) или ежегодно [2]. Стационарные наблюдения следует выполнять для оценки эффективности существующих защитных сооружений и противооползневых мероприятий, для своевременного выявления опасности разрушения склона, для предотвращения недопустимых деформаций зданий, возведенных в опасной зоне. Чтобы установить стадии развития оползня; определить величину, направление и скорость смещения, осуществляют стационарные наблюдения по поверхностным и глубинным

реперам, в специальных горных выработках. Для получения точных количественных характеристик оползневых смещений необходимо использовать геодезические методы.

При **инженерно-геодезических изысканиях** в районах развития склоновых процессов в зависимости от задач исследований могут выполняться следующие виды работ [3]:

- создание (развитие) опорной и съемочной геодезических сетей;
- топографическая съемка потенциально неустойчивого склона (оползня) в масштабах 1:200-1:10000 при проведении специальной оползневой съемки;
- геодезические наблюдения за кинематикой (подвижками) склона и деформациями зданий и сооружений.

Целью специальной оползневой съемки является выявление границы потенциально неустойчивого склона, на основе которой создается модель склона. Она должна периодически повторяться с интервалами, как правило, 6 месяцев для нанесения на планы изменений.

Наблюдения за подвижками склона включают в себя определение с заданной периодичностью вертикальных и горизонтальных смещений точек на поверхности и в глубине склона, а также измерения раскрытия трещин (если они выявлены при оползневой съемке) и наклона отдельных участков (где может происходить вращательное движение отдельных блоков).

Для определения начала активизации оползневых деформаций следует устанавливать на оползневом участке 1-3 специальных прибора (трещиномер, наклонометр, деформограф и др.) с высокоточной автоматической регистрацией величин оползневых деформаций. Для выявления положения плоскости смещения оползня, а также оползневых деформаций на различных глубинах рекомендуется использовать глубинные репера (инклинометрические, с электрическим фиксатором, с тензометрическими датчиками и др.).

При наблюдениях за горизонтальными смещениями склона в качестве опорных плановых геодезических пунктов могут служить геодезические знаки, заложенные за пределами потенциально неустойчивого склона, а также совмещенные (или расположенные рядом) с обратными отвесами и инклинометрами, у которых нижние точки располагаются глубже возможной плоскости скольжения.

При повышенных требованиях к точности определения горизонтальных смещений и частоте наблюдений в качестве геодезических знаков опорной сети рекомендуется использовать трубчатые знаки (дисперсные грунты) или бетонные туры (скальные грунты), выступающие над поверхностью земли на 1,2 м и имеющие приспособления для принудительного механического центрирования с погрешностью 0,1-0,3 мм.

Для наблюдений за горизонтальными смещениями геодезических знаков используются следующие методы:

- прямые и обратные угловые и линейные засечки (теодолитом, светодальномером, электронным тахеометром) или их сочетание (открытая местность);
- створный метод (с линией створа, перпендикулярной вектору смещений) как в открытой местности (при взаимной видимости между опорными геодезическими пунктами), так и в закрытой местности (способ вытянутого угломерного хода);
- линейные измерения по знакам, заложенным вдоль направления смещения склона (светодальномером, лентой, рулеткой);
- полигонометрия (закрытая, залесенная местность).

На больших территориях целесообразно применение метода спутниковой геодезии с использованием трех приемных станций, две из которых устанавливают на опорных геодезических пунктах, или построения сетей двух уровней, при котором определяют координаты точек на склоне с повышенной точностью и используют их в качестве опорных для определения подвижек оползня, приведенными методами.

Геодезические наблюдения на склоне за **деформациями зданий и сооружений** (существующих или возводимых) заключаются в определении вертикальных и горизонтальных смещений. Результаты должны обеспечивать сравнение измеренных и расчетных (прогнозируемых) деформаций, выявление причин деформаций, принятие, в случае необходимости, мер по устранению нежелательных процессов и укреплению зданий и сооружений [3].

Итак, в обязательные мероприятия по снижению геологического риска в пределах весьма опасной, опасной, умеренно и потенциально опасной оползневых зон обязательно включаются наблюдения за вертикальными и плановыми изменениями положения оползневых тел и грунтовых масс, наблюдения за зданиями, сооружениями и подземными коммуникациями, позволяющими судить о деформациях их оснований. Эти работы в составе общего мониторинга оползневых зон осуществляется специализированными организациями по согласованию с органом архитектуры и градостроительства Администрации.

Результаты геодезических наблюдений за оползнями являются основанием для корректировки утвержденных границ оползневых зон, получения количественных характеристик величин и скорости деформаций склона, оценки и прогноза развития протекающих процессов, разработки противооползневых мероприятий и оценки их эффективности в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Своевременность детальных исследований опасных и потенциально опасных территорий необходима для предотвращению и снижению экономического и социального ущерба от рассматриваемого явления.

Литература:

1. Рычагов Г.И. Общая геоморфология, 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Моск. Унта: Наука, 2006 – 416 с.
2. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. – Введ. 1998-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1997.
3. СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. – Введ. 1998-03-01. – М.: Изд-во стандартов, 1997.

К ВОПРОСУ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РЕПЕРОВ

Салахов И. А., Бруй А. Е. – студенты, Бодосова Т. С. – ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Репер (от фр. *repere* – знак, исходная точка) – знак, закрепляющий точку земной поверхности, высота которой относительно исходной уровенной поверхности определена путем нивелирования [1]. Реперы используются для определения высот промежуточных точек при топосъемках и различных изыскательных работах, также используются в научных целях, наблюдениях за ответственными сооружениями в процессе их эксплуатации.

Репер служит для сохранения и передачи уровенной отметки, поэтому чрезвычайно важной задачей является обеспечение долговременной сохранности нивелирных знаков, неизменяемость их расположения в пространстве.

Выбор конструкции, технологии, материалов будет зависеть от категории надежности, предназначении нивелирных знаков.

Вековые реперы, распределенные по всей территории страны по особой схеме, служат для длительного сохранения известных постоянных отметок высот точек в устойчивых грунтах за пределами зоны возможной деформации. Такие нивелирные знаки должны быть выполнены с максимальной капитальностью. Сохранность векового репера обеспечивается качеством закладки, добротностью материалов, из которых он изготовлен, а также местом расположения и внешним оформлением. Конструкция векового репера в первую очередь зависит от глубины залегания геологически устойчивых, несжимаемых пород.

Типы вековых скальных реперов зависят от глубины нахождения скалы. Например, репер типа 173к состоит из марки (нержавеющая сталь или бронза) и бетонного колодца с крышкой. Размеры колодца зависят от глубины залегания скалы.

Вековой репер типа 174к состоит из пилона (гранит или высококачественный бетон) с формой параллелепипеда и поперечным сечением 35х35 см, бетонной плиты (якоря) размерами 100х100х40 см и колодца диаметром более 100 см [2].

Вековой трубчатый репер типа 175к состоит из металлической трубы диаметром 8-15 см с толщиной стенок не менее 1 см, заглубленной в несжимаемые породы на 120 см. Реперная труба заканчивается стальным наконечником длиной не менее 250 см с тремя якорными дисками. Реперная труба при помощи залитого в скважину бетона скрепляется с несжимаемыми породами [2].

Фундаментальные реперы, представляющие собой железобетонные пилоны, закладывают в грунт через 50-80 км на всех нивелирных линиях 1-го класса, а также на наиболее ответственных линиях 2-го класса. Их так же располагают за пределами зоны возможных деформаций коренных пород, близ строительства уникальных сооружений, например плотин, а так же важнейших морских водомерных установок. Наиболее предпочтительно их размещать на выходах коренных скальных пород, расположенных на незатопляемых отметках вдали от оползневых и карстовых участков, мест тектонических разломов и грунтов, склонных к пучению или осадкам [2].

Рядовые реперы, закладываемые через 5-7 км на нивелирных линиях всех классов, подразделяются на *грунтовые*, устанавливаемые в земле, *скальные* (закрепленные в скальных породах) и *стенные*, закладываемые в стены капитальных сооружений.

Рабочие репера предназначены для передачи высотных отметок от исходной геодезической сети на контрольные высотные знаки, располагают на расстоянии не менее 500-800 м от сооружения. Отметки рабочих реперов определяют от фундаментальных реперов нивелированием II класса и периодически контролируют [2].

Разнообразные физико-географические условия страны обуславливают различные типы реперов, которые смогут оставаться надежными и противостоять явлениям и процессам, происходящим в природе, либо вызванные деятельностью человека.

Как пример, существуют грунтовые реперы типов 160 оп. знак и 162 оп. Знак. В области сезонного промерзания грунтов их, как правило, закладывают в пробуренные скважины диаметром 50 см. Грунтовый репер состоит из железобетонного пилон в форме параллелепипеда с поперечным сечением 16х16 см и бетонной плиты (якоря) диаметром 48 см, изготавливаемых заранее. Разрешается применять плиты квадратного сечения размером 50х50 см. В верхнюю грань пилон должна быть зацементирована марка. В середине бетонной плиты делают выемку размером 20х20х15 см, в которую устанавливают железобетонный пилон. Пилон может быть заменен асбоцементной трубой с внешним диаметром не менее 16 см, заполненной бетоном с арматурой. В верхнюю грань трубы вставляют марку. При использовании асбоцементной трубы для увеличения связи ее основания с якорем на расстоянии 7-10 см от основания трубы вставляют два взаимно перпендикулярных стержня толщиной 1,0-1,2 см и длиной 25 см. При установке трубы в отверстие якоря концы стержней размещают в углах выемки.

В южной зоне области сезонного промерзания грунта применяют бетонные плиты (якоря) высотой 20 см, в северной – 35 см.

При закладке реперов на дно скважины или котлована под основание плиты наливают слой цементного раствора толщиной не менее 3 см. Запрещается закладывать реперы в котлован (скважину) с разрыхленным или подсыпанным на дно грунтом.

В районах подвижных песков применяют реперы типа 15, закладываемые завинчиванием в грунт на глубину не менее 400 см. Репер состоит из оцинкованной трубы, верхний конец которой с маркой располагают на 80 см выше поверхности земли. К трубе крепят охранную пластину. Рыть канавы в этом случае запрещается.

На заболоченных территориях линии нивелирования закрепляют грунтовыми трубчатыми реперами, используя трубы диаметром 6 см с толщиной стенок не менее 0,3 см. Вокруг репера сооружают деревянный сруб размером 200х200 см и высотой 50 см, заполняемый торфом или минеральным грунтом. В срубе устанавливают металлический опознавательный столб длиной 100 см с охранной пластиной.

В северной и средней зоне области многолетнемерзлых грунтов закладывают в пробуренные или протаянные скважины трубчатые металлические реперы типа 150. В качестве

репера используют металлические трубы. На наружную поверхность трубы наносят антикоррозийное покрытие и антипучинистое, а на внутреннюю только антикоррозийное [2].

Другие типы и варианты конструкций также подробно рассмотрены в нормативной литературе. Существуют предписания по выбору материалов, технологии изготовления и закладки реперов [2]. Как уже говорилось, могут возникать случаи, когда необходимо закладывать реперы, не входящие в государственную нивелирную сеть, но необходимые, например, для научных исследований. Закладывать дорогостоящую конструкцию, например, как для векового репера, не экономически целесообразно. В этом случае может быть разработан индивидуальный проект, но все же следует обратить внимание на предлагаемые рекомендации с учётом особенности изучаемой местности.

Вопрос устойчивости репера будет возникать, если в месте его закладки отмечаются карстовые явления, оползни и другие процессы, влияющие на изменение его положения. Неблагоприятными местами для закладки грунтовых реперов считают:

- в районах многолетней мерзлоты - участки с глубоким протаиванием грунта;
- в районах подвижных песков - вершины барханов и участки такыров, подверженные сильному увлажнению;
- в лессах - впадины, связанные с искусственным или естественным увлажнением почвы;

Скальные реперы считают неустойчивыми, если они заложены в обломки скал, а также в разрушающиеся и трещиноватые породы.

К неустойчивым стенным реперам относят реперы, заложенные:

- в разрушающихся или подвергшихся сильным деформациям зданиях и сооружениях;
- в устоях мостов через постоянные водотоки, в водоотводных трубах;
- в стенках защитных сооружений; работающих водоемных зданиях, если отмечается значительное увлажнение грунта вокруг здания; зданиях и сооружениях, находящихся среди или вблизи железнодорожных путей; некапитальных сооружениях, которые могут менять свое положение по высоте вследствие морозного пучения; каменных цоколях деревянных домов и каменных оградах.

Следует уделять особое внимание жесткости контроля выполнения реперов (соблюдение установленных размеров деталей, тщательность их подгонки и надежность крепления), устойчивости (соблюдение глубин ям для столбов, устройство якорей и помостов, применение завалки камнями нижних двойных венцов или принятие других мер, повышающих устойчивость знаков), долговечности (применение антикоррозийного покрытия или антисептической пропитки основных деталей знаков); безопасности подъема и удобства работы наблюдателей (устройство и надежность крепления лестниц, стремянок, переходных площадок, пола и перил, обеспечение нужной высоты и жесткости крепления инструментального столика); надежность изоляции внутренней пирамиды с инструментальным столиком от пола и других деталей знака; правильность закладки центров; соблюдение глубины закладки центров и ориентировочных пунктов, наличие номеров у марок верхних центров или порядковых номеров на их верхних гранях, соответствие конструкций центров требованиям инструкции, качество бетона и покрытия антикоррозийным слоем их металлических деталей; тщательность утрамбовки грунта вокруг центров пункта; правильность наружного оформления знака и ориентировочных пунктов; наличие охранной таблицы на знаке [3].

Литература:

1. Репер (геодезия) // Википедия. Свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Репер_\(геодезия\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Репер_(геодезия)) – Загл. с экрана.
2. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. ГКИНТ(ГНТА)-03-010-02. – М.: ЦНИИГАиК, 2003 г. – 134 с.
3. Приказ Роскартографии от 29.06.1999 N 86-пр "О введении в действие Инструкции о порядке контроля и приемки геодезических, топографических и картографических работ. ГКИНП (ГНТА)-17-004-99".

НИВЕЛИР: ОТ ИСТОРИИ К СОВРЕМЕННОСТИ

Черданцева Ю. И. – студент, Бодосова Т. С. – ассистент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Нивелирование — вид геодезических работ, имеющий целью определение разности высот точек земной поверхности, а также высоты их относительно принятой отсчетной поверхности. Нивелирование производится для изучения формы рельефа и определения разности высот отдельных точек при проектировании, строительстве и эксплуатации различных сооружений [1]. Для выполнения нивелирования визирным лучом используют геодезический инструмент, называемый нивелиром. Происхождение слова относится к французскому языку: *niveler* — выравнивать, *niveau* — уровень.

Необходимость определения превышения одной точки земной поверхности над другой появилась очень давно и была вызвана жизненными потребностями человека. Нивелирование выполняли еще в Египте и Месопотамии при производстве работ по орошению и строительству каналов, требующих соблюдения определенного уклона. Приборы для геометрического нивелирования того времени были несложными. Отвес и поверхность воды определяли вертикальное и горизонтальное направления. Простейшую линейку и диоптры использовали для визирования на цели. С древних времен известно нивелирование в Китае, где в XI-X века до нашей эры уже пытались автоматизировать приведение линии визирования в горизонтальное положение, применяли рейки с подвижными целиками. Выполнялось нивелирование в Древней Греции и арабских странах. Героном в трактате "О диоптрах" описан прибор для нивелирования, состоящий из изогнутой трубки, заполненной водой. Позже он был видоизменен и назван гидростатическим нивелиром. Принцип его остался тот же, только трубка (длиной 1 м и диаметром 4 см) была изготовлена из металла и имела посередине гильзу, для насадки на цапфу штатива, а в загнутые перпендикулярно концы трубки вставляли два стеклянных цилиндра одинакового диаметра. Визировали поверх подкрашенной жидкости или менисков ртути, заполняющих сообщающиеся сосуды. Наиболее удобным и практичным был гидростатический нивелир, сконструированный на принципе закрытых сообщающихся сосудов, которые имели либо округлую, либо прямоугольную форму и могли устанавливаться в рабочее положение на штативе (в виде шеста) или свободно подвешиваться. С развитием общества и всесторонней хозяйственной деятельности повышались требования к точности и скорости производства нивелирных работ. В связи с этим развивались и совершенствовались конструкции приборов. Ввиду того, что более быстрый темп работ обеспечивали гидростатические нивелиры, позволяющие автоматически устанавливать линию визирования в горизонтальное положение, то именно они получили широкое распространение и дальнейшее развитие. Основные усовершенствования этих нивелиров касались повышения точности визирования [2].

Все гидростатические нивелиры позволяли не только автоматически устанавливать визирную ось в горизонтальное положение, но и обладали еще одним достоинством, а именно, они не нуждались в поверках. Изобретение в 1609 году зрительной трубы являлось прогрессом в разработке конструкций нивелиров. Вместо маятниковых приборов с диоптрами появились маятниковые нивелиры со зрительной трубой.

Нивелиры подобного типа создавались и в России. При Петре I существовала оптическая мастерская, занимавшаяся изготовлением геодезических приборов. Зрительная труба приводилась в горизонтальное положение при помощи отвеса или маятника.

В 1945 году впервые советским изобретателем Ю. Г. Стодолкевичем был создан нивелир с уроненным компенсатором. Этот усовершенствованный нивелир выпускался серийно под марками НС-2 и НС-3 [1]. Новое направление в автоматизации приборов для производства геометрического нивелирования стало основано на принципе автоматической установки в горизонтальное положение не всего нивелира или его зрительной трубы, а только линии визирования.

Необходимо отметить, что с течением времени, с техническим прогрессом и развитием науки современные нивелиры продолжают оставаться похожими на первые приборы, и сам принцип действия остается неизменным. Главную роль в работе нивелира играет световой луч, который, согласно законам физики, распространяется строго по прямой. Обеспечение близкого к параллельному и достаточно стабильного по времени и при изменениях температуры взаимного положения визирной линии и оси уровня – обязательное требование к современным нивелирам. Для упрощения приведения прибора в рабочее положение создаются весьма разнообразные и многочисленные конструкции, различающиеся родом соединения трёх основных частей нивелира — зрительной трубы, уровня и подставки.

В настоящее время существует множество модификаций рассматриваемого прибора. На строительных площадках продолжают пользоваться оптическим нивелиром. В состав его входит тренога и зрительная труба, которая прикрепляется к ней. Здесь разница высоты определяется при помощи визирного луча, наведенного на рейку. В последнее время большое распространение получили лазерные нивелиры. Излучаемый высокоинтенсивный лазерный луч позволяет определить горизонтальность, а также построить наклонную плоскость. Появились модели лазерных нивелиров в которых встроена функция подачи звука. При любых отклонениях (вертикальных и горизонтальных) происходит звуковой сигнал. Работа лазерных нивелиров обеспечивается батарейками. Пожалуй, самыми современными можно считать цифровые нивелиры. Это приборы, в которые входит программное обеспечение и память, дающая возможность запоминать отчеты и производить некоторые вычисления мгновенно.

Литература:

1. Инженерная геодезия / под ред. С. П. Закатова. – М.: Недра, 1976. – 583 с.
2. Нивелир. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nivelir.info/history.html>. – Загл. с экрана.

СОВРЕМЕННЫЕ НИВЕЛИРЫ

Корсаков Д.А. – студент, Карелина И.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из первых геодезических приборов можно считать нивелир. Герон Александрийский в своем сочинении во II веке до н.э. описывает устройство, состоящее из двух сообщающихся сосудов, заполненных жидкостью – простейшего нивелира. В 17 веке произошел ряд существенных доработок нивелира: Галилей в 1609 году изготовил зрительную трубу, Кеплер в 1611 году дал нивелиру сетку нитей, Монтенари в 1674 году – дальномерные нити. Но апофеоз развития нивелиров был достигнут после разработки перекладного уровня, разработанного Амслером-Лаффоном в 1857 году, и создания высокоточного оптического нивелира русским геодезистом Д.Д. Геденовым в 1890 году.

Специалисты и ученые из разных стран мира продолжали совершенствовать устройство нивелира и далее: Швейцария дала нивелиру устройство внутренней фокусировки в зрительной трубе, контактный уровень и оптический микрометр; Германия - самоустанавливающуюся линию визирования, Россия – автоматические компенсаторы Стодолкевича и Гусева и т.д.

Совершенствование устройства прибора продолжается и по сей день. В 20 веке появились наряду с оптическими нивелирами две новые группы: лазерные и электронные. Методика работы с этими приборами, принцип устройства и работы отличаются в принципе, но преследуют одну и ту же цель.

Оптические нивелиры в современном исполнении имеют ряд отличительных черт: пыле- и влагозащищенный корпус, автоматический компенсатор, прямое изображение зрительной трубы, увеличение трубы от 20^{\times} до 50^{\times} с минимальным фокусным расстоянием от 0,3 м и др.

Основное преимущество оптического нивелира – невысокая цена, простота и неприхотливость в работе в сочетании с высокой точностью. Из недостатков можно перечислить необходимость работы двух человек (нивелир и рейка), полностью ручное выравнивание и контроль по уровню, отсутствие наглядности.

Он идеально подходит для внешних работ при земельных и планировочных работах, работах по обустройству дорог и фундаментов сооружений, при установке оборудования на больших площадях. Казалось бы, что еще можно изменить в конструкции или добавить для повышения скорости-удобства-набора функциональных возможностей? Логическим этапом развития нивелиров стало появление лазерных и цифровых (электронных) нивелиров.

Электронный нивелир – это оптическая часть, которая в большей части унаследована от оптических нивелиров, и электронный модуль, который позволяет производить считывание показаний через оптическую систему со специальных инварных реек в BAR-кодом (штрих-кодом). Эта группа нивелиров оснащена встроенными вычислительными функциями, которые позволяют обрабатывать и редактировать результаты измерений, выдавая результаты на дисплей, хранить данные в памяти или передавать на компьютер, используя интерфейс RS232 или flash-карты памяти. Функция измерения расстояний позволяет соблюдать равенство плеч в нивелирных ходах, используя измерение и контроль расстояний до передней и задней реек. Цифровая клавиатура и электронная часть позволяют вносить номера или названия нивелируемых точек, отметки нивелирных реперов и т.д.

Основные преимущества электронного нивелира – функциональность и автоматическое измерение, которые позволяют снизить «человеческий фактор» при измерении; а из недостатков – очень высокая цена и ограниченная возможностями электроники дальность работ.

Как правило, цифровые нивелиры используются при выполнении высокоточных геодезических работ: при измерении деформаций сооружений и исследовании движений земной коры, вызванных как естественными причинами, так и техногенными факторами. Но они отлично подходят и для дорожных работ, особенно на больших расстояниях; при нивелировании для определения уклонов и профилирования; съемки зон проседания; проложения нивелирных ходов вдоль ж/д путей и др.

Лазерный нивелир оборудован самовыравнивающимся компенсатором, но не имеет традиционной оптической части и принципиально отличается от своих собратьев. Если цифровой или оптический нивелир принципом своего устройства предусматривает процесс, когда «смотрят через окуляр на рейку в узко ограниченном направлении», то лазерный предлагает вариант «смотреть показания прямо на рейке вокруг прибора». Внутри лазерного нивелира на компенсаторе закреплены лазерные излучатели, которые выдают лазерный луч. Этот луч строит точку на поверхности напротив нивелира или строит линию, если на излучателе стоит специальная преломляющаяся призма. Луч или точка строит между нивелиром и рейкой (кстати, рейка теперь не всегда нужна) горизонтальную (а в некоторых моделях и вертикальную) плоскость.

Основные преимущества лазерных нивелиров – наглядность, возможность работать с базовой плоскостью сразу в нескольких точках, возможность строить вертикальные и горизонтальные плоскости одновременно и в разных направлениях. Основные недостатки – у доступных или сравнимых по цене с оптическими нивелирами моделей точность, как правило, ниже, но находится в допуске для ведения нивелирных работ 3-го класса точности; дальность работы ограничена мощностью излучателей.

Лазерный нивелир отлично подходит для внутренних работ по разметке полов, стен, потолков, особенно в больших помещениях; для наружных земляных и планировочных работ, обустройства дорог и фундаментов зданий в диаметре, например 600 метров. С помощью этих нивелиров выполняют контроль качества дорог, когда требуется осуществлять контроль ровности покрытия при выемке и перемещении грунта, забивке свай, строительстве аэродромов и т.п.

Если сравнить с традиционными технологиями, лазерные нивелиры позволяют максимально увеличить производительность труда, исключить необходимость перепроверки и сократить время, затрачиваемое на выполнение работ.

Нивелиры были и будут массовыми геодезическими приборами, используемыми для решения очень широкого круга задач. Область их применения постоянно расширяется, а технический прогресс позволяет нам рассчитывать на появлении усовершенствованных моделей и, даже, новых групп нивелиров.

Литература:

1. Разумов О.С. и др. Инженерная геодезия в строительстве. – М.: Высш. шк., 1984.
2. Маслов А.В., Гордеев А.В. Геодезия. – М.: Недра, 1988.
3. www.laserpribor.ru.

ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Овчинников С. – студент, Карелина И.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Что нужно сделать для построения точной трехмерной модели здания или чертежа цеха?

Сначала провести измерения и получить координаты всех объектов (пространственные или на плоскости), а затем уже представить их в графическом виде. Именно измерения координат объекта – съемка – составляет наиболее трудоемкую и затратную часть всей работы. Как правило, геодезисты или другие специалисты, проводящие измерения, используют современное оборудование, в первую очередь электронные тахеометры, позволяющие получать координаты точек с точностью нескольких миллиметров.

Принцип работы тахеометра основан на отражении узконаправленного лазерного пучка от отражающей цели и измерении расстояния до нее. Отражателем в общем случае служит специальная призма, закрепленная на поверхности объекта. Измерение вертикального и горизонтального углов дает возможность вычислить трехмерные пространственные координаты точки отражения. Такой метод эффективен при съемке разряженной, незагруженной объектами площади. Но сложность, с которой приходится сталкиваться при креплении призм (на большой высоте, в труднодоступном месте и т.д.), зачастую бывает непреодолимой. Поэтому появление безотражательных тахеометров произвело «бархатную» революцию в геодезии – достаточно просто навести луч на необходимую точку ровной поверхности, и он от нее отразится. Но сколько времени требуется на съемку, с какой плотностью будут получены измерения, с какой точностью и достоверностью?

Выходом из сложившейся ситуации может служить применение лазерного сканирования. Этот метод позволяет создать цифровую модель всего окружающего пространства, представив его набором точек с пространственными координатами. Основное отличие от традиционных тахеометров – гораздо большая скорость измерений, сервопривод, автоматически поворачивающий измерительную головку в горизонтальной и вертикальной плоскостях и самое главное – скорость и плотность измерения. Полученная после измерений модель объекта представляет собой гигантский набор точек (от сотен тысяч до нескольких миллионов), имеющих координаты с точностью в несколько миллиметров. Не нужно больше смотреть в окуляр тахеометра, выискивать цель, не нужно нажимать кнопку для запуска дальномера и записи полученных данных в память и, наконец, не нужно бесконечно переставлять прибор для поиска наиболее выгодной для съемки позиции. Теперь это можно делать с одной точки, без участия оператора и в десятки раз быстрее, сохранив при этом необходимую точность.

Разумеется, сканирование не может решать все проблемы простым нажатием кнопки. Законы физики, теория электромагнитного излучения не позволяют делать измерения сквозь

стены, трубы, любой непрозрачный объект, вынуждая производить несколько сканов с разных точек для получения полной и цельной картины. Но, несмотря на эти обстоятельства, сканирование, тем не менее – гораздо более быстрый, а главное – в сотни раз более информативный метод получения данных об объекте.

Где возможно применение этой технологии?

Это съемка карьеров – получая трехмерную цифровую модель карьера, решаются задачи вычисления объемов добычи полезного ископаемого. Так, объем взорванного блока может быть получен с высокой точностью через несколько часов после взрыва путем наложения друг на друга двух моделей – до и после взрыва. И вычислить объем породы (руды, шлака и т.п.) – объекта труднодоступного и имеющего сложную форму - на различных отвалах, складах и хранилищах можно с погрешностью в пределах 1%. Методом проведения сечений через заданный интервал получают планы сечений и топоплан карьера.

Это мониторинг береговой линии - там, где невозможен доступ человека из соображений безопасности, получают модель пляжа с выделением береговой линии. Эта линия определяется однозначно, т.к. сканер не получает отражения от водной поверхности.

Это наблюдения за деформациями – зданий и сооружений, земной поверхности на подрабатываемых территориях, оползней, отвалов, обрушений и других областей возможных смещений. Все измерения осуществляются не по контрольным точкам, а в режиме сплошных наблюдений, когда величина и направление деформаций вычисляются путем наложения модели объекта для каждого цикла измерений.

Метод лазерного сканирования используется и в архитектуре для фасадных съемок, построения трехмерных моделей зданий и внутренних помещений. Использование данного метода в промышленности позволяет облегчить работу проектировщикам, которым может быть представлена трехмерная модель производственного цеха или целого предприятия. Модели отдельных агрегатов и сооружений позволяют получать пространственную информацию об их геометрии, что может быть использовано при инвентаризации, проектировании или деформационном мониторинге. И, главное, измерения происходят дистанционно, без необходимости доступа к объекту.

Что касается подземного маркшейдерского сканирования, то в мире на сегодняшний день существует единственный тип сканеров, предназначенный для съемки недоступных полостей (очистных камер, рудоспусков и пр.). В дальномере, который является центральным элементом этой системы, используется лазерный диод, обеспечивающий бесконтактное измерение расстояний до препятствий из практически любых материалов; он способен работать как в темных, так и освещенных шахтах, не нуждаясь при этом в отражателях. Узкий лазерный луч не приводит к возникновению ложных отраженных сигналов и обеспечивает определение мелких объектов на большом расстоянии. Кроме того, он может отражаться от рассеивающей поверхности фактически под любым углом. Расстояние рассчитывается исходя из времени прохождения лазерного импульса до отражающей поверхности и обратно.

Возможности технологии лазерного сканирования при комбинировании с аэросъемочными и фотограмметрическими методами столь велики, что могут рассматриваться как альтернатива классического стереотопографического метода создания и обновления топокарт и планов вплоть до масштаба 1:1 000. Съемка ЛЭП уже является классическим приложением технологии лазерного сканирования – примерно четверть всех воздушных лазерных сканеров в мире используется именно для этой цели.

Лазерное сканирование не ставит, конечно, цель «исключить» тахеометры и нивелиры. Технологии должны взаимодействовать. И первая задача традиционной геодезии - координирование опорных точек, по которым данные сканирования будут трансформированы в требуемую систему координат.

В заключение нельзя не коснуться того экономического эффекта, который приносит использование лазерных сканеров в производстве. Экономия средств и положительный эффект достигаются прежде всего за счет многократного сокращения временных затрат на полевые работы, а также за счет полноты информации.

Литература:

1. www.navgeocom.ru
2. www.geolidar.ru
3. www.prin.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ВЫСОТ НУЛЕЙ РЕЕК РН–3–300СП

Ушкало А.В., Гужвина М.П. студенты, Хлебородова Л.И. – доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Нами были определены разности высот нулей реек №1 и №2. Это одно, из исследований нивелирных реек, которые выполняются перед началом работы. Для этого на расстоянии 20 метров закрепили 4 колышка разной высоты. В торцы колышков забили гвозди. Последовательно на каждый колышек устанавливали рейку №1 и брали отсчеты по черной и красной сторонам рейки. Затем такие же отсчеты взяли по рейке №2. Изменив высоту инструмента, выполнили аналогичные действия. Результаты измерений приведены в журнале измерений.

Таблица 1 - Журнал измерений

№ приема	№ кола	Отсчеты по рейке №1			Отсчеты по рейке №2		
		черная сторона	красная сторона	разность отсчета	черная сторона	красная сторона	разность отсчета
1	1	273	4955	4682	273	5056	4783
	2	382	5065	4683	383	5167	4784
	3	457	5139	4682	457	5241	4784
	4	516	5198	4682	517	5299	4782
2	1	330	5013	4683	331	5115	4784
	2	439	5121	4682	440	5222	4782
	3	514	5198	4684	516	5298	4782
	4	673	5356	4683	674	5457	4783
	Σ	3584	41045	37461	3591	41855	38264
	ср.	448,0	5130,6	4682,6	448,9	5231,9	4783

Разность высот нулей красной и черной сторон рейки №1 – 4683 мм, рейки №2 - 4783мм.

Разность высот нулей реек (1-2)

Черных сторон $448,0 - 448,9 = -0,9$ мм

Красных сторон $5130,6 - 5231,9 = -101,3$ мм

Пары реек $-0,9 - 101,3 = -102,2 \approx -102$ мм

Разность высот – 102 мм (1-2) и +102 мм (1-2) учитывают при контроле вычисления превышений на станции, полученных по красным и черным сторонам реек.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДЕЦИМЕТРОВЫХ ДЕЛЕНИЙ РЕЙКИ

РН – 3 – 3000 СП №1

Недопёкина В.А., Качесова А.В.,- студенты, Хлебородова Л.И., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Нами были определены погрешности дециметровых делений чёрной и красной сторон нивелирной рейки РН – 3 – 3000 СП (рейка нивелирная для точных нивелиров, трёхметровая, складная, для работы с нивелирами, имеющими зрительные трубы прямого изображения).

Погрешности определены с помощью контрольной линейки.

Были произведены отсчёты по контрольной линейке, соответствующие положению дециметровых штрихов в пределах первого, второго и третьего метров при совмещении нуля контрольной линейки с нулевым штрихом рейки (I приём) и со сдвижкой контрольной линейки (II приём).

Значение разностей отсчётов по одним и тем же дециметровым штрихам в пределах каждого метра не различаются более чем на 0,1 мм.

Вычислены средние значения дециметровых делений из I и II приёмов и разности между средними отсчётами двух смежных дециметровых делений рейки. Эти разности и являются погрешностями дециметровых делений рейки $\Delta_{\text{дец}}$.

Вычислена систематическая погрешность Δ_c в длине одного дециметра рейки:

$$\Delta_c = \frac{\sum_{i=1}^{30} \Delta_{\text{дец}}}{30}$$

$\Delta_c = 0,012$ мм – черной стороны рейки

$\Delta_c = 0,002$ мм – красной стороны рейки

Вычитая систематическую погрешность Δ_c из погрешности дециметровых делений $\Delta_{\text{дец}}$, получаем случайные погрешности дециметровых делений рейки:

$$\Delta_{\text{сл}} = \Delta_{\text{дец}} - \Delta_c$$

Наибольшая случайная погрешность дециметрового деления черной стороны рейки

$\Delta_c = 0,11$ мм, красной $\Delta_{\text{сл}} = 0,21$ мм.

Одновременно с определением погрешности дециметровых делений проверено совпадения нуля шкалы черной стороны с плоскостью пятки рейки.

Нами было выполнено одно из исследований нивелирной рейки. Чтобы дать заключение о пригодности рейки необходимо определить погрешность дециметровых делений рейки № 2 из пары реек, среднюю длину метра комплекта реек и разность высот нулей реек.