

УДК 528

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ НИВЕЛИРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

### PROSPECTS OF APPLICATION OF DIGITAL LEVELS IN CONSTRUCTION

**Бердзенишвили С.Г.**

доцент кафедры кадастра и геоинженерии,  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Шумен Б.Б.**

Кубанский государственный  
технологический университет  
emma.shumen@mail.ru

**Бибиков Б.С.**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Ширшов Т.А.**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Григорьян В.Г.**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Панеш Д.А.**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Бадикян Г.А.**

Кубанский государственный  
технологический университет

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено устройство цифровых нивелиров, принципы их использования. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны применения таких приборов, необходимости использования их в строительстве. Проанализировав возможности оптических нивелиров, мы так же составили перечень новых возможностей, которые можно ввести для улучшения качества и полезности прибора. В наше время технологии строительства развиваются очень стремительно. Наша задача заключается в том, чтобы способствовать развитию приборостроения и улучшению характеристик различного геодезического оборудования.

**Ключевые слова:** нивелир, нивелирование, оптический нивелир, классы нивелирования, высотная сеть, геодезические изыскания.

**Berdzenishvili S.G.**

Assistant professor of cadastre  
and geo-engineering,  
Kuban State University of Technology

**Shumen B.B.**

Kuban State University of Technology  
emma.shumen@mail.ru

**Bibikov B.S.**

Kuban State University of Technology

**Shirshov T.A.**

Kuban State University of Technology

**Grigoryan V.G.**

Kuban State University of Technology

**Panesh D.A.**

Kuban State University of Technology

**Badikyan G.A.**

Kuban State University of Technology

**Annotation.** In this article the device digital levels, the principles of their use. We consider the positive and negative aspects of the use of such devices, the need for their use in construction. After analyzing the possibilities of optical levels, we have also compiled a list of new features that can introduce to improve the quality and usefulness of the device. Nowadays, the construction technology is developing very rapidly. Our task is to promote the development of instrumentation and improved performance of various surveying equipment.

**Keywords:** level, leveling, optical leveling, leveling classes, altitude network, geodetic surveys.

Нивелир – геодезический инструмент для нивелирования. Нивелирование – вид геодезических изысканий, которые проводятся для измерения превышений.



Рисунок 1 – Оптический нивелир

- изучения фигуры Земли;
- определение разностей высот и наклонов среднеуровневых поверхностей морей и океанов.

Решение данных задач с высокой точностью является очень важным для современного уровня развития технологий. Так как эти данные используются в экономике, науке, а также для обороны государства.

В настоящее время широкое распространение получили высокоточные цифровые (электронные) нивелиры. Цифровой нивелир – это компьютер, который сам выполняет ряд важных функций, а также взаимодействует с внешним ПО. Он используется со специальными штрих-кодowymi рейками, используя которые можно измерять не только превышения, но и расстояния между ними, то есть контролировать неравенство плеч. Штрих-код ни разу не повторяется по всей длине рейки. На рынке геодезических приборов и технологий электронные нивелиры представлены следующими марками: Leica Sprinter 150M, Trimble Dini 12, Sokkia SDL30-39M2, Topcon DL-102C.



Рисунок 2 – Цифровой нивелир

необходимо провести гораздо больше действий и это занимает немало времени. Установка нивелира в рабочее положение, снятие отсчетов по рейкам, учитывая утомляемость человеческого глаза, запись результатов в журнал – все это занимает определенное количество времени. Если мы студенты тратим на нивелирование тринадцати опорных точек около пяти часов, так же как и на нивелирование квадрата состоящего из девяти малых квадратов размером 10x10, то высококвалифицированный специалист тратит на это вдвое меньше. Но все равно этот процесс занимает большое количество времени, из-за своей трудоемкости. В большинство электронных нивелиров встроен компенсатор, который позволяет поддерживать постоянно горизонтальное положение прибора, что также увеличивает точность. Цифровой нивелир сам записывает и сохраняет производимые отсчеты, что уменьшает затрачиваемое время и увеличивает производительность примерно на 50 %. Это является безусловным плюсом, так как экономия времени, а также уменьшение вероятности человеческой ошибки – это важные задачи совершенствования технических приборов и оборудования. Также плюсом является высокая точность прибора: 0,3–0,4 мм на 1 км двойного хода. В отличие от оптического нивелира, точность снятия отсчетов не зависит от особенностей зрения оператора или условий окружающей среды. Несмотря на эти плюсы, у цифровых нивелиров есть большой минус – уменьшение точности при нивелировании на расстоя-

На рисунке 1 показан нивелир Н-3, наиболее распространенный при изучении самого прибора и сути различных способов нивелирования. Относится к точным нивелирам, предназначен для нивелирования III и IV классов. Точность 2,5 мм. Увеличение изображения  $\times 20$ .

Нивелирование решает множество важных задач различных областей науки:

- создание высокоточных нивелирных сетей;
- определение осадок и деформации сооружений;

На рисунке 2 показан нивелир Trimble Dini 03, точность которого составляет 0,2 мм. Увеличение изображения  $\times 32$ .

Проанализировав технические характеристики двух представленных нивелиров, можно сделать вывод, что точность на 1 км двойного хода увеличилась с 2,5 мм до 0,2 мм, то есть в 12,5 раз, а увеличительная способность с  $\times 20$  до  $\times 32$ , в 1,6 раз. Неплохой результат за 30 лет развития технологий нивелиров [2].

Наблюдателю достаточно навести прибор на рейку, сфокусировать изображение и нажать на кнопку. Тогда как при использовании обычного нивелира

ниях больших, чем 40 метров [3–6]. Это означает использование большего количества станций для сохранения высокой точности. Но данный минус, как нам кажется, будет в скором времени устранен, так как технологии непрерывно совершенствуются, а увеличение точности при больших расстояниях – всего лишь дело времени.

При проектировании и строительстве зданий и сооружений огромное значение имеют инженерно-геодезические исследования. От правильно выполненных геодезических работ зависит качество строительства всего сооружения. Нивелир используется практически на всех этапах строительства, так как на каждом этапе необходимо проверять превышения, откосы, неровности и др. Он необходим для измерений, служащих основой для расчета земляных работ. В настоящее время альтернативы оптическому нивелиру для строительных работ нет. Соответственно данный геодезический прибор имеет огромный спрос на рынке строительного оборудования, так как без него невозможно строительство надежных сооружений, отвечающих современным нормам.

Современные оптические нивелиры безусловно хороши: несложны в использовании, имеют высокую точность, практически полностью исключают ошибку наблюдателя, имеют экран для вывода результатов и запоминающее устройство. Но они также должны подвергаться периодической доработке и введению новых технологий и элементов. Например, что хотелось бы нам видеть также в перечне возможностей оптических нивелиров:

- наличие более совершенного компьютера и ПО для него, имеется ввиду возможность не только вывода результатов измерений, но и расчета необходимых величин с помощью соответствующих формул, систематизация этих расчетов;
- наличие соединения с сетью спутников для отслеживания координат прибора, способность задания координат местоположения станций и отображение их на условной карте на дисплее прибора;
- совершенствование точности измерений на больших дистанциях;
- уменьшение габаритов прибора, штатива, реек для более удобной транспортировке и переносе.

Эти возможности позволили бы еще больше увеличить производительность труда и сократить время. Они могут быть реализованы при совместной деятельности специалистов в области математики, программирования и инженерии.

Таким образом, можно сказать, что в ближайшие десятилетия оптический нивелир будет незаменимым прибором в строительстве. Он будет быстро и регулярно совершенствоваться, получая прибавку к производительности и точности. Перспективы оптических нивелиров в строительстве трудно преувеличить.

#### Литература:

1. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий и сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – ЮГ, 2014.
2. Гура Д.А., Доценко А.Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // В сборнике: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 204–205.
3. Гура Д.А., Везубов Е.А. мобильному миру – мобильные сканирующие системы // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
4. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Пастухов М.А. История проблемы исследования погрешностей измерений углоизмерительных приборов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 5. – С. 43–45.
5. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems в учебно-образовательном процессе КубГТУ. Выполнение хозяйственных работ // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 60–64.
6. Абушенко С.С., Амиров Э.К., Гура Д.А., Аветисян Г.Г. Проблемы, возникающие при выполнении контрольно-исполнительной съемки // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 107–109.

7. 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. VI Международная научно-практическая конференция. – 2012. – С. 120–123.

8. Гура Д.А., Алиева М.В. Кадастрово-геодезические работы при строительстве жилого комплекса «Изумрудный город» в муниципальном образовании «город Краснодар» // В сборнике: Науки о Земле на современном этапе. Материалы IV международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 71–74.

9. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., 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.

10. 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.

11. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружения с использованием поискового метода уравнивания // Новый Университет. Серия: Технические науки. – 2013. – №7 (17). – С. 37–40.

12. Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Желтко С.Ч., Бердзенишвили С. Г., Нелюбов Ю. С. Геодезические работы при ведении кадастра : Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры. – Краснодар, 2011.

13. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».

14. Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н., Кравченко Э.В. Картография : Справочное пособие к лабораторным работам и контрольной работе для студентов всех форм обучения направления бакалавриата 120700 – «Землеустройство и кадастры» / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.

15. Ключин Е.Б. и др. Инженерная геодезия : учебник для студентов высших учебных заведений. – М., 2008

#### References:

1. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice // Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – Construction, 130500 – Oil and gas case, 271101 – Construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.

2. Gura D.A., Dotsenko A.E. About need of accomplishment of geodetic shooting // In the collection: Topical issues of science. Materials IX of the International scientific and practical conference. – 2013. – P. 204–205.

3. Gura D.A., Verezubov E.A. To the mobile world – the mobile scanning systems // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.

4. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G.G. Istoriya of a problem of research of errors of measurements ugleizmeritelnykh of devices // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2013. – No. 5. – P. 43–45.

5. Kuznetsova A.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Experience of use of technologies and equipment Leica Geosystems in educational and educational process of KUBGTU. Accomplishment hozdogovornykh of works // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2013. – No. 4. – P. 64–66.

6. Abushenko S.S., Amirov E.K., Gura D.A., Avetisyan G.G. The problems arising in case of accomplishment of control and executive shooting // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 107–109.

7. Hortsev V.L., Proskura D.V., Gura D.A., Shevchenko G.G. Horizontal and vertical shifts of constructions and the reason of their origin // In the collection: Sciences about Earth at the present stage. VI International scientific and practical conference. – 2012. – P. 116–119.

8. Gura D.A., Aliyeva M.V. Cadastral and geodetic works in case of construction of a housing estate «The emerald city» in municipality «city of Krasnodar» // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 71–74.

9. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Metod of determination of shifts and a deposit of constructions taking into account features of works on a building site // Industrial and civil engineering. – 2012. – No. 11. – P. 23–24.
10. Gura D.A., Shevchenko G.G. Modern measuring technologies at department of the inventory and geoengineering in KUBGTU // Scientific and technical magazine on geodesy, cartography and navigation of the Geopro. – 2012. – No. 6. – P. 23–24.
11. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and a deposit of constructions with use of a search method of equalization // New university. Series: Technical science. – 2013. – No. 7 (17). – P. 37–40.
12. Karelians S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Zheltko S.Ch., Berdzenishvili S.G., Nelyubov Yu.S. Geodetic works when maintaining the inventory // Methodical instructions to a practical training for students of all forms of education of specialty 120303 the City inventory and the Land management directions 120700. 62 and inventories. – Krasnodar, 2011.
13. Zheltko Ch.N., Berdzenishvili S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M. A. Educational geodetic practice // Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Chast 3 «Resheniye of geodetic tasks».
14. Berdzenishvili S.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N., Kravchenko of E.V. Kartografy // Handbook to laboratory works and examination for students of all forms of education of the direction of a bachelor degree 120700 – «Land management and inventories» / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
15. Klyushin E.B. etc. Engineering geodesy : textbook for students of higher educational institutions. – M., 2008.