

ЭЛЕКТРОНДУК НИВЕЛИРЛЕРДИН ТАРИХЫ ЖАНА ӨНҮГҮҮ ЖОЛДОРУ

Саргазаков Атай Алмазович

*Н. Исанов атындагы Кыргыз Мамлекеттик Курулуш, Транспорт жана
Архитектура Университети, Кыргызстан, Бишкек ш., Малдыбаев көч. 34Б,
«Геодезия и Геоинформатика» кафедрасынын III курсунун студенти*

atay_sargazakov@mail.ru

Кудабаев Мирлан Дилдемурамович

«Геодезия и Геоинформатика» кафедрасынын ага окутуучусу

mirlan_kudabayev@mail.ru

Саргазакова Шырын Сабитовна

«Геодезия и Геоинформатика» кафедрасынын доценттин милдетин аткаруучу

shyryn@aknet.kg

Аннотация: азыркы учурда Кыргызстанда турак-жай имараттарын жана курулмаларын куруунун темпи жана масштабы кескин өсүп жатат, ал эми электрондук нивелир сыяктуу геодезиялык аспаптар бул тармакта абдан баалуу жана зарыл болууда. Бул макала отуз жыл аралыгында чыгарылган WILD NA2000, Sokkia SDL50 жана Leica LS15 сыяктуу санариптик нивелирлерди салыштырмалуу талдоого арналган. Аларды изилдөөгө жана талдоо жүргүзүгө, тыянактарды жана жыйынтыктарды чыгарууга, техникалык мүнөздөмөлөргө өзгөчө көңүл бөлүнөт. Жүргүзүлгөн изилдөөнүн негизинде авторлор тарабынан өнүгүүнүн жүрүшү жана заманбап технологиялардын электрондук геодезиялык аспаптар менен тыгыз байланышы көрсөтүлүүдө. Бул берененин темасы өтө актуалдуу болуп саналат, анткени биздин Бишкек шаарыбызда, курулуш иштери жогорку денгээлде жүрүүдө демек, мындай инструментке болгон муктаждык абдан жогору.

Өзөктүү сөздөр: санариптик нивелир; кодтуу инвардык рейка; алмашуу интерфейси; RAB-коду; автоматтык фокусировкасы; автоматташтыруу; пайдалануу-порту.

ИСТОРИЯ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ НИВЕЛИРОВ

Саргазаков Атай Алмазович

*Кыргызский Государственный Университет Строительства, Транспорта и
Архитектуры имени Н. Исанова, Кыргызстан, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34Б,
студент III курса кафедры «Геодезия и Геоинформатика»*

atay_sargazakov@mail.ru

Кудабаев Мирлан Дилдемуратович

Старший преподаватель кафедры «Геодезия и Геоинформатика»

mirlan_kudabayev@mail.ru

Саргазакова Шырын Сабитовна

И.О. доцента кафедры «Геодезия и Геоинформатика»

shyryn@aknet.kg

Аннотация: в настоящее время в Кыргызстане увеличиваются темпы и масштабы строительства жилых зданий и сооружений, а такой геодезический прибор как электронный нивелир, очень ценен и необходим в данной отрасли. Данная статья посвящена сравнительному анализу цифровых нивелиров, выпущенных на протяжении порядка тридцати лет, таких как, WILD NA2000, Sokkia SDL50 и Leica LS15. Особое внимание уделяется техническим характеристикам, изучение и анализирование которых, несут за собой выводы и итоги. На основе проведенного исследования, авторами наглядно показывается ход развития и тесная связь современных технологий с электронными геодезическими приборами – нивелирами. Тема данной статьи является актуальной, так как на примере нашего города Бишкек, мы можем видеть высокую степень застраиваемости, и следовательно, потребность в таком приборе весьма высока.

Ключевые слова: цифровой нивелир; кодовая инварная рейка; интерфейс обмена; RAB-код; автоматическая фокусировка; автоматизация; пользовательский порт.

HISTORY AND THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC LEVELS

Sargazakov Atai Almazovich

Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture of N. Isanov,

Kyrgyzstan, Bishkek city, Maldybayev Street 34B, third year Student of the

“Geodesy and Geoinformatics” department

atay_sargazakov@mail.ru

Kudabayev Mirlan Dildemuratovich

Senior teacher of the “Geodesy and Geoinformatics” department

mirlan_kudabayev@mail.ru

Sargazakova Shyryn Sabitovna

Acting associate Professor of the “Geodesy and Geoinformatics” department

shyryn@aknet.kg

Abstract: currently, in Kyrgyzstan, the pace and scale of construction of residential buildings and structures are increasing, and such a geodetic device as an electronic level is very valuable and necessary in this industry. This article is devoted to the comparative analysis of digital levels released for about thirty years, such as WILD NA2000, Sokkia SDL50 and Leica LS15. Particular attention is paid to the technical characteristics, the study and analysis of which are the conclusions and results. On the basis of the study, the authors clearly shows the development and close connection of modern technologies with electronic surveying instruments – levels. The topic of this article is relevant, because on the example of our city Bishkek, we can see a high degree of development, and therefore, the need for such a device is very high.

Key words: digital level; invar code rake; exchange interface; RAB-code; auto focus; automation; user RS-232 port.

УДК: 528.541.2

Нивелир (от фр. *niveler* — «уравнивать», «ставить в уровень»), принцип работы которого, с момента его изобретения и по сей день, остается непоколебимым — геодезический прибор для нивелирования, т. е. определения разности высот между несколькими точками земной поверхности.

Основная задача нивелира — построить стабильную горизонталь, относительно которой любые отклонения станут заметными.

История существования этого устройства насчитывает больше тысячи лет. Первая модель современного нивелира появилась в древнем Египте. Для строительства сложных сооружений им требовались соответствующие вспомогательные приспособления. Изложение первого простейшего нивелира, устроенного в виде сообщающихся сосудов, заполненных жидкостью, приведено в работах Г. Александрийского во II веке до н. э. В простейшем виде нивелир просуществовал вплоть до XVII века, в XVII веке произошли существенные доработки нивелира. В 1609г. Галилей дополнил его измерительной трубкой. Через некоторый промежуток времени Иоганн Кеплер в 1611г. улучшил нивелир, добавив к нему сетку нитей. В 1674 году Монтенари сменил обычные нити на дальномерные. Оптические нивелиры появились только в середине XIX века после того как в 1857 г. в мастерской Амслера Лаффона был построен нивелир с перекидным уровнем. Привычный для нас внешний вид этот измерительный прибор приобрел только в конце XIX века, когда ученый-геодезист Д. Д. Геденов в 1890г. изобрел высокоточный оптический нивелир, именно он стал предком современной высокоточной оптики. Инструмент довольно быстро нашел практическое применение. Нивелир начали использовать в строительстве, инженерных изысканиях и топографо-геодезических работах. Швейцарский геодезист Г. Вильд предложил внутреннюю фокусировку в

зрительной трубе, контактный уровень, оптический микрометр и инварные рейки. Немецкие разработчики фирмы «Оптон» в 1950г. создали нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования. Благодаря тому, что ученые Г. Ю. Стодолкевич и Н. А. Гусев модернизировали нивелир, добавив автоматические компенсаторы [1].

Немного о терминологии: электронные и цифровые нивелиры это одно и тоже т.к. различные производители используют обозначение “Digital Level”, что в переводе с английского «digital» – «цифровой, электронный» [2].

ИССЛЕДУЕМЫЕ ЦИФРОВЫЕ НИВЕЛИРЫ

В основу цифрового нивелира лежит принцип цифрового метода фазового светодальномера т.е. измерения автоматизированы вплоть до выдачи результата на электронное табло и на внешний накопитель данных. Сам фазовый метод измерения расстояний является наиболее распространенным методом геодезической дальнометрии и применяется для измерения расстояния от десятков метров до десятков километров [3].

Первый почти полностью автоматизированный цифровой нивелир в мире – **Wild NA2000** был запущен в начале 90-х годов [4], и исходя от этой цитаты данный прибор будет считаться первым цифровым нивелиром в нашей статье.

Результаты измерений выдаются в цифровом виде и одновременно могут быть записаны на REC – модуль GRM10 (предназначено для реализации простых операций по управлению и уведомлению), терминал данных GRE (Generic Routing Encapsulation — общая инкапсуляция маршрутов) или компьютер. Для нивелира WILD NA2000 сконструирована специальная нивелирная рейка, состоящая из трех сегментов. На лицевой стороне рейки нанесен двоичный с чередующимися полосами код для электронного снятия отсчетов. На обратной стороне нанесены обычные шашечные деления, что позволяет применять ее и для обычных оптических нивелиров [5].

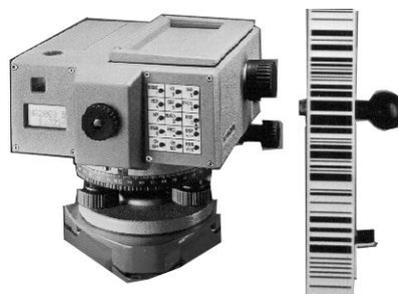


Рис. 2. Первый цифровой нивелир Wild NA2000 и штрих-кодовая рейка.

Благодаря автоматическому взятию отсчетов, значительно повышается производительность и точность геометрического нивелирования. Из процесса

наблюдений исключаются ошибки наблюдателя. При наведении на рейку и установлении фокусировки производится взятие установленного количества отсчетов с последующим их осреднением [6].

Исследуемый цифровой нивелир **Sokkia SDL50** был выпущен в 2005 году. Компания Sokkia была одной из первых, кто начал выпускать цифровой нивелир. Специально для первого выпущенного электронного нивелира SDL30, фирма создала нивелирную рейку из фибергласса, работающую на принципах считывания информации со штрихового кода, нанесённого на ней. Данная технология получила наименование «RAB-code» (RANdom Bi-directional) [7]. Она позволяет получать точные результаты при различных условиях и повышает точность измерения расстояния.



Рис. 3. Цифровой нивелир SDL50 и фиберглассовая рейка с RAB-кодом.

И наконец, третьим исследуемым цифровым нивелиром является **Leica LS15**. Многие операции автоматизированы, что значительно облегчает непростую работу геодезистов, выполняющих высокоточные измерения. Автоматическая фокусировка и работа с цифровой камерой через простой и понятный интерфейс цифровых нивелиров Leica LS делают нивелирование комфортным и быстрым, а полученные данные надежными. Импорт и экспорт данных осуществляется с помощью USB-накопителей или Bluetooth, что делает обмен данными еще удобнее. Нажав одну клавишу прибора после визирования на цель, цифровой нивелир автоматически выполнит все операции, необходимые для точного и надежного снятия отчета по рейке [8].



Рис.4. Цифровой нивелир Leica LS15 и инварная рейка Leica GPCL3.

Технические характеристики исследуемых электронных нивелиров занесены в таблицу 1.

Таблица 1

| Название | | Wild NA2000 | Sokkia SDL50 | Leica LS15 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|
| Год выпуска | | начало 90х | 2005 | 2016 |
| Средняя квадратическая погрешность измерения превышения на 1 км двойного хода, мм | кодированная инварная рейка | 1.5 | 0.8 | 0.2 |
| | стандартная рейка (фибергласовая с RAB-кодом) | 2.0 | 1.5 | 1.0 |
| | визуальные измерения | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| Время измерений, сек | | 4 | 3 | 2.5 |
| Точность измерения расстояний | | 3-5 мм на 10 м | 10 мм на 10 м | 15 мм на 30 м |
| Дальность измерений | электронные | от 0.8 до 100 м | от 1.6 до 100м | от 1.8 до 110 м |
| | визуальные | от 0.6 м | от 0.6 м | от 0.6 м |
| Диапазон работы компенсатора | | ±12' | ±15' | ±10' |
| Точность работы компенсатора | | 0.8" | инф. отсут. | 0.3" |
| Визуальная труба (увеличение) | | 24х | 28х | 32х |
| Цена деления круглого уровня | | 8'/2 мм | 10'/2 мм | 8'/2 мм |
| Горизонтальный круг с делениями, ° | | от 0 до 360 | от 0 до 360 | от 0 до 360 |
| Диаметр объектива, мм | | 36 | 36 | 36 |
| Оптический визир | | да | нет | нет |
| Автофокусировка | | нет | нет | 4 сек. |
| Диапазон рабочих температур, °С | | -20°...+50° | -20°...+50° | -20°...+50° |
| Память (количество измерений) | | 2 000 (64 кБ) | 2 000 (64 кБ) | 30 000 (1 гБ) USB-карта памяти |
| Интерфейс обмена | | RS-232C On-line режим | RS-232C CSV/SDR33 | RS232/USB Bluetooth Mini USB |
| Вид аккумулятора | | GEB79 | Lithium-Ion BDC46 | Lithium-Ion GEB331 (GEB 371) |
| Клавиатура | | 15 клавиш | 8 клавиш | 28 клавиш с подсветкой |
| Вес, кг | | 2.5 | 2.4 | 3.9 |
| Защита от пыли и влаги | | инф. отсут. | IPX4 | IP55 |

Занесенные в таблицу данные были взяты с официальных сайтов и дилеров компаний, а также паспортов исследуемых приборов [9], [10].

Итогом данного исследования по сравнительному анализу является:

- уменьшение СКП измерения превышения на 1 км двойного хода;
- уменьшение время измерений штрих-кодовой рейкой;
- увеличение точности измерения расстояния;
- увеличение дальности измерения;
- увеличение кратности зрительной трубы;
- увеличение внутренней памяти прибора;
- увеличение интерфейса обмена;
- появление автофокусировки и электронного уровня;
- улучшение комплексной защиты прибора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие — необходимая составляющая процессов, происходящих вокруг нас, без которой становится невозможным повышение качества строительных работ. В данной статье речь идет о инновациях, связанных с геодезическими приборами, позволяющие вывести процесс и экономику строительства на более высокий уровень, т.е. являются двигателем развития отрасли. Инновационные технологии развивались, развиваются и будут развиваться, даже несмотря на то, что наш строительный рынок перенасыщен различными приборами и идеями. Ведь главной сутью их создания заключается в облегчении, а то и в освобождении, работы человека. Мы как авторы уверены, что данная статья продемонстрировала тесную связь инновационных технологий и строительной отрасли, показывающая значительное упрощение, ускорение, удешевление методов строительства и возведения объектов.

Список литературы

1. Давлетшина А. Д. История создания и современное производство нивелира / Молодой ученый. — 2017. — №3. — С. 193-197. — URL <https://moluch.ru/archive/137/38287/> (дата обращения: 20.04.2019).
2. Стуканов А.А. Классификация нивелиров. Сибирская Государственная Геодезическая Академия, Новосибирск 2013 г. С—11.
3. Справочник геодезиста. В 2-х книгах. Кн. 2/Под.ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1985. С – 9-21.

4. Mikko Takalo, Paavo Rouhiainen On System Calibration of Digital Level/Ingenieurvermessung. – 2004. 14th International Conference on Engineering Surveying, Zürich, 15. - 19. März 2004, P. – 2/10.
5. <http://greleon.ru/geodesy/litrageod/480-klassifikaciya-nivelirov-elektronnyy-nivelir-leica-cifrovoy-nivelir-wild-cifrovoy-nivelir-topcon.html>
6. Никонов А.В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики/, Вестник СГУГиТ (Сибирского Государственного Университета Геосистем и Технологий), Новосибирск 2013 г. С—13.
7. <https://market.nsvp-space.ru/info/brands/sokkia/>
8. <https://leica-shop.ru/product/leica-ls15-02-tsifrovoy-nivelir/>
9. <https://leica-geosystems.com/products/levels/digital-levels/leica-ls15-and-ls10>
10. <https://imgeo.ru/niveliri/elektronnye/sokkia/nivelir-sokkia-sdl-50>