

УДК 528.38

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А. П. Романкевич, Е. В. Левицкий

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,
220030, г. Минск, Беларусь, rom.bsu@mail.ru, levickije164@gmail.com*

Исследованы этапы и особенности создания нивелирной сети на территории Беларуси за период с начала XIX в. до настоящего времени. Рассмотрено уравнивание нивелирных сетей на разных этапах формирования единой государственной системы высот.

Ключевые слова: государственная нивелирная сеть; нивелирные марки; каталог высот; нуль Кронштадского футштока; нормальные высоты.

STAGES OF CREATION OF LEVELING NETWORK ON THE TERRITORY OF BELARUS

A. P. Romankevich, E. V. Levitsky

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,
220030, Minsk, Belarus, rom.bsu@mail.ru, levickije164@gmail.com*

The stages and features of the creation of a leveling network on the territory of Belarus for the period from the beginning of the 19th century to the present have been studied. The equalization of leveling networks at different stages of the formation of a unified state height system is considered.

Keywords: state leveling network; leveling marks; catalog of heights, zero of the Kronstadt footing rod; normal heights.

Государственная нивелирная сеть представляет собой совокупность геодезических пунктов, закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими распространение установленной государственной системы отсчета высот.

Определение высот пунктов геодезических сетей и, в целом, земной поверхности на территории Беларуси относится к началу создания первых триангуляций и топографических съемок. В 1816 г. приступая к выполнению триангуляций Виленской, Гродненской, Минской и восточной части губерний К. И. Теннером установлено обязательное измерение зенитных расстояний. Начиная с 1821 г. высоты пунктов определялись относительно высоты *над поверхностью Балтийского моря* центра сигнала 1

класса «Полаген» (Паланга), расположенного «около полторы версты от морского берега». В море был оборудован временный футшток «для сего заколотили в дно моря столб, на котором делали всякий раз заметку для поверхности воды, когда она была спокойна». Определения отличались «весьма мало между собою» [2].

В дальнейшем, М. Ф. Рейнеке вычислил средний уровень Балтийского моря за период 1825-1840 гг. по данным результатам наблюдений в Кронштадте и Таллине. Уровень был зафиксирован горизонтальной чертой в устье моста через обводной канал («черта Рейнеке») в г. Кронштадте [4].

В 1845 г. введено обязательное измерение вертикальных углов при выполнении топографических съемок. С 1868 г. измерение вертикальных углов выполнялось с помощью кипрегеля (с дальномером).

На первой геодезической конференции в Берлине в 1864 г. принято выполнять геометрическое нивелирование по железным дорогам для точного определения разностей уровней морей.

В Российской империи систематические работы по передаче высотных отметок начались в 1871 г. Было принято решение закреплять нивелирные линии постоянными знаками — реперами в виде круглых чугунных дощечек, названных нивелирными марками. Первые нивелирные работы на территории Беларуси производились по Смоленско-Витебской и Витебско-Динабургской железным дорогам в 1875-1877 гг. Нивелирование выполнялось тригонометрическим методом нивелир-теодолитами с вертикальными кругами. На линиях достигнута точность 4,1 мм на 1 км хода [3].

В 1881 г. разработана общая программа нивелирования на территории России. Предусматривалось проложение нивелирных линий по меридиональным направлениям для связи Балтийского и Черного морей и по направлениям параллелей 52° и 47°. Нивелирование вдоль Балтийского и Черноморско-Азовского побережий выполнялось для связи футштоков, а также по линиям железных дорог, идущих на запад, для связи с европейской нивелирной сетью [3]. Линии нивелирования проходили и по территории Беларуси с Вильнюса на Ровно—Одессу.

В 1894 г. под руководством С. Д. Рыльке проведено первое уравнивание нивелирной сети. Результаты этой работы опубликованы в виде Каталога высот русской нивелирной сети с 1871 по 1893 г., известного под названием «Каталога Рыльке». Каталог содержал высоты 1090 марок, закрепленных на линиях нивелирных ходов протяженностью 13 тыс. км. За нулевую поверхность принят *общий средний уровень Балтийского и Черного морей*. Точность нивелирования из уравнивания характеризовалась случайной ошибкой не более 3 мм на 1 км хода. Впервые было установлено,

что уровни морей Черного и Азовского на 0,85 м, Адриатического на 0,68 м и Северного на 0,49 м ниже уровня Балтийского моря [4].

Значение «Каталога Рыльке» огромно не только для решения практических задач по географическому изучению и картографированию территории страны, проведения инженерных изысканий при строительстве дорог и мелиорации земель, но и для научных целей. Так, в дальнейшем разработана теория высокоточного нивелирования, где большое внимание уделялось исследованиям вопросов влияния рефракции и других ошибок на результаты измерений.

В 1913–1917 гг. по линии Петербург – Витебск – Могилев – Гомель – Киев – Одесса проложен нивелирный ход высокой точности с целью определения разности высот уровней Балтийского и Черного морей.

В 1934 г. опубликован Каталог высот высокоточного и точного нивелирования в Европейской части СССР с 1875 г. по 1932 г., который включал отметки марок и реперов по 106 линиям общей протяженностью 69 450 км. В качестве исходного пункта был принят нуль Кронштадтского футштока.

12 августа 1946 г. принято решение Главного управления геодезии и картографии по выполнению Постановления Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. «О введении единой системы геодезических координат и высот на территории СССР». Утверждены «Основные положения по общему уравниванию основной нивелирной сети СССР». На всей территории СССР вычисление высот нивелирных сетей I и II классов следовало производить от нуля Кронштадтского футштока в ортометрической (нормальной) системе, называемой Балтийской. С 1951 г. высоты, отсчитываемые от поверхности квазигеоида, по предложению М. С. Молоденского, получили название *нормальных*.

В 1968 г. закончено создание сети нивелирования I класса на Европейской части СССР.

В 1977 г. издан Каталог высот опорной нивелирной сети I и II класса, составивший единую систему высот, получившей название «Балтийская система высот 1977 года»

По состоянию на конец 1980-х гг. протяженность линий нивелирования высотной государственной геодезической сети (ГГС) на территории Республики Беларусь составляла около 15 000 км, в том числе I, II классов – 4500 км. Общее число нивелирных знаков, закрепляющих на местности высотные ГГС превышало 40 000.

Применяемая в настоящее время государственная система отсчета высот – Балтийская система высот 1977 г. (Кронштадтская система) получена из уравнивания Главной высотной основы СССР, созданной методом геометрического нивелирования I и II классов, как свободной сети, от одного исходного пункта – марки б/№ Ломоносов, расположенной в здании

железнодорожного вокзала в г. Ораниенбауме (Ломоносов), высота которой принята равной $5,6480 \text{ м} \pm 0,0076 \text{ м}$. За начало отсчета высот принята имеющая нулевую отметку высоты горизонтальная черта на пластине Тонберга, установленной в устье Синего моста на Обводном канале в Кронштадте. Средняя квадратическая погрешность километрового хода по результатам уравнивания главной высотной основы для I класса – $\pm 1,6 \text{ мм}$; для II класса – $\pm 2,7 \text{ мм}$. Средняя квадратическая погрешность высоты относительно исходного пункта для узла «Брест» – $\pm 43,7 \text{ мм}$ [5].

Библиографические ссылки

1. Геодезия в Раменском. Геодезия в XIX в. [электронный ресурс]–ГеоПлюс. Режим доступа: http://www.ramgeo.ru/history/info/geo_history/chapter_2
2. Записки Военно-топографического депо. СПб., 1843. Ч. VIII.
3. Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов 1822–1872. СПб., 1872. 130 с.
4. История военной картографии в России (XVIII - начало XX в.) / В. В. Глушков. М.: ИДЭЛ, 2007. 528 с., ил. ISBN 5-85496-088-7 СТБ 1820-2007 «Государственная нивелирная сеть Республики Беларусь. Основные положения».
5. Рудницкая Н. И. Современное состояние и основные направления совершенствования государственной геодезической инфраструктуры / Н. И. Рудницкая // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение: материалы III Международной научно-технической конференции [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-технической конференции / сост.: С. Н. Соболевская, Е. М. Жуковский. Минск: БНТУ, 2022. С. 180-183.