

УДК 528.4

Мирмахмудов Э.Р.<sup>1,2</sup>, Ражабова Д.Р.<sup>2</sup>, Рейпназаров Э.М.<sup>2</sup>, Каримова М.З.<sup>3</sup><sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан<sup>2</sup>Ташкентский архитектурно-строительный университет, Ташкент, Узбекистан<sup>3</sup>Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия

### ОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПРЕВЫШЕНИЯХ МЕЖДУ ПУНКТАМИ УРОВЕННОГО ПОСТА “ЧИНАЗ” НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты технического нивелирования на территории гидрологической станции “Чиназ”. Кратко описана методика измерений с помощью нивелира Spectra Precision AL32A и шашечной рейки. Отмечается роль регистраторов и значений реперов главного управления гидрометеорологической службы в процессе вычисления объема водного баланса. Разработана схема нивелирного хода от пункта государственной геодезической сети до водомерной рейки. Произведено измерение превышений между реперами уровня поста и водомерной рейки с помощью нивелира. Вычислены высоты основного, рабочего и контрольного реперов относительно уровня поверхности. Уточнена высота нуля-пункта свайного репера на берегу реки Сырдарья. Предлагается провести геодезические измерения с использованием оптико-электронного тахеометра Trimble M3 и глобальной навигационной спутниковой системы с целью контроля значений высот реперов.

**Ключевые слова:** репер, высота, нивелирование, координаты, уровень поста, рейка, превышение, триангуляция.

Mirmakhmudov E.R.<sup>1,2</sup>, Rajabova D.R.<sup>2</sup>, Reypnazarov E.M.<sup>2</sup>, Karimova M.Z.<sup>3</sup><sup>1</sup>National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan<sup>2</sup>Tashkent Architecture and Building University, Tashkent, Uzbekistan<sup>3</sup>Tomsk University for management and radioelectronic, Tomsk, Russia

### ON THE RELATIVE HEIGHTS BETWEEN THE POINTS OF THE “CHINAZ” LEVEL STATION ON THE BASIS OF GEOMETRIC LEVELING

**Abstract.** This article presents the results of technical leveling on the territory of the Chinaz hydrological station. Briefly describes the measurement technique using the Spectra Precision AL32A level and the method of counting elevations on a checkered staff. The role of water surface recorders and benchmarks of the main department of the hydrological service in the process of water balance regulation is noted. A scheme of the leveling course from the point of the state geodetic network to the water gauge was developed. Elevations were measured using a level in compliance with the basic requirements for the 4 order leveling. The heights of the main, working and control benchmarks relative to the mean sea level have been calculated. The height of the zero-point of the pile benchmark of the Chinaz level post has been specified. It is proposed to carry out geodetic measurements using the Trimble M3 tacheometer and the global navigation satellite system in order to control the heights of the benchmarks.

**Key words:** benchmark, height, leveling, coordinates, level post, rail, elevation, triangulation.

**Введение и постановка проблемы.** Известно, что одной из основных задач уровенных постов является систематическое снятие метрических параметров высоты уровня воды по рейке и регистрация изменений высоты с помощью самописца (рис.1, 2). Изменение высоты уровня реки определяется на гидрологических станциях с использованием механических и электронных устройств. Основным средством

измерения уровня воды является водомерная рейка с сантиметровой шкалой, которая жестко установлена на берегу реки [11]. Любые изменения уровня воды или же смещение береговой линии не должны влиять на стабильность координат этой рейки. Поэтому ежедневно, два раза в сутки производится регистрация уровня воды по водомерной рейке. Незначительное смещение нуля пункта этой рейки по вертикали приводит к неточности регистрации. В результате высота уровня реки имеет определенную систематическую поправку, которую надо учитывать при окончательном вычислении абсолютной (ортометрической) высоты, отсчитываемой от Балтийской системы высот (нуль-пункт Кронштадского футштока). Естественно, с течением времени высотная составляющая претерпела существенное изменение, что говорит о необходимости переизмерения с высокоточными измерительными инструментами. Но для определения относительной высоты или превышения наиболее точной считается геометрическое нивелирование, методика которой не изменилась до настоящего времени, хотя процесс измерения занимает значительное время.

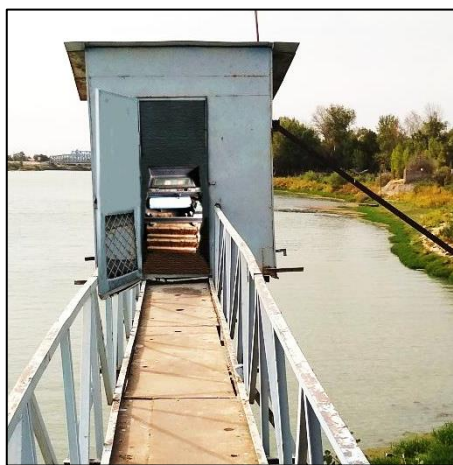


Рис. 1. Самописец

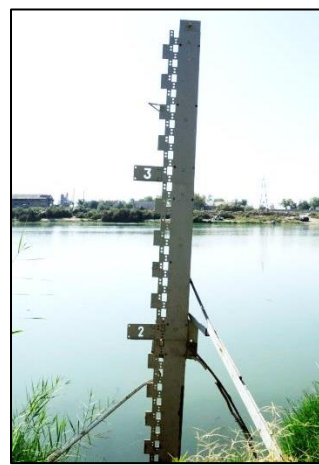


Рис. 2. Водомерная рейка

Что касается плановых координаты уровенных постов, которые определяются методами триангуляции и полигонометрии, то они представляют важную роль при мониторинге локальных смещений береговой линии. Но, пространственные координаты реперов гидрологических станций дают более качественную картину изменения уровня рек при подсчете объема воды [8]. Поскольку горизонтальной составляющей мало уделялось внимание из-за отсутствия точных измерительных приборов, то основным фактором изменения уровня реки является высота гидрологического поста, которая определяется и контролируется относительно основных и рабочих реперов путем измерения превышений между реперами.

**Изученность проблемы.** Обычно географические координаты уровенных постов можно определить по топографической карте крупного масштаба. Методами триангуляции и полигонометрии можно вычислить прямоугольные координаты в поперечно-цилиндрической проекции Гаусса-Крюгера [7]. А высотную привязку реперов уровенных постов к государственной нивелирной сети осуществляется методами геометрического и тригонометрического нивелирования. Для этого используют современные нивелиры и тахеометры, которые снабжены автоматической регистрацией отсчетов. На некоторых уровенных постах самописцы вышли из строя. Замена их современными зарубежными устройствами привела к некорректности регистрации из-за локальных физико-географических условий. Помимо этого, положения водомерных реек также претерпели изменения по конфигурации, т.е. вертикальное положение их должно быть параллельным направлению вектора ускорения силы тяжести в данной точке или же перпендикулярным касательной

цилиндрического уровня теодолита. В результате отсчеты уровня воды по шашечной рейке не будут соответствовать реальным изменениям водной поверхности. Такие погрешности влияют на подсчет баланса воды при выполнении гидрологических задач, а также приведут к большим невязкам при нивелировании.

Для определения предварительных координат были предприняты измерения с помощью электронного тахеометра Trimble M3, спутникового приемника GNSS Trimble R4 и нивелира Spectra AL32A в период с 2018 по 2022 гг.

В данной работе приведены результаты только нивелирования пункта триангуляции, основной, рабочей и контрольной точек уровенного поста Чиназ с целью определения и уточнения высотного положения. Последний раз геодезические работы были выполнены здесь в 1968 году аэрогеодезическим предприятием Республики Узбекистан. К сожалению, отсутствие полной информации о методах нивелирования и триангуляции вынудили нас использовать спутниковый метод определения исходных координат пунктов [1,13].

**Цель и задачи исследования.** Целью данной работы является определение относительных превышений между пунктами уровенного поста Чиназ с помощью нивелира Spectra AL32A и вычисление ортометрических высот пикетных точек. Задачами исследования является проведение технического нивелирования, вычисление превышений между контрольными точками и переопределение высот основного, рабочего и контрольного реперов.

**Материалы и методы.** При подготовке данной статьи были использованы данные гидрологических работ на территории уровенного поста “Чиназ” и геодезические измерения, выполненные в период 2019-2022 гг. Основным источником информации о состоянии геодезических работ на гидрологическом посту был журнал определения высоты рейки методом нивелирования от 20.05.2008, где высота основного репера № 1659 была зафиксирована отметкой равной 257.312м, а свайного репера - 249.000м. Обследование помещения, где установлен самописец уровня воды показало, что регистрирующее устройство не функционирует много лет. Из-за отсутствия данных о методах нивелирования, выполненных в конце прошлого века, было предложено переопределить геодезические координаты с помощью мобильного навигатора и ГНСС приемника. В топографо-геодезических и ГНСС измерениях участвовали преподаватели, магистры и студенты Национального университета Узбекистана, Ташкентского архитектурно-строительного университета и Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Для исследования прибрежной зоны должно быть проведено топографо-геодезическое обследование с использованием имеющихся карт и фотодокументов. Топографо-геодезическое обеспечение представляет собой комплекс мероприятий, необходимых для изучения местности и гидрологических работ. К основным топогеодезическим данным относятся сведения о характере и свойствах рельефа береговой зоны, координаты пунктов государственной геодезической сети (ГГС) и реперов главного управления гидрометеорологической службы (ГУГМС). Эти данные в виде топографических и специальных карт, каталогов координат геодезических пунктов являются первичным материалом при гидрологических работах [5]. Поскольку в качестве объекта был выбран уровенный пост Чиназ, то топографические карты этого участка имеются в масштабе 1:10000 – 1: 500 000, которые хранятся в специальном архиве профильного учреждения. Там же хранятся географические координаты основных и рабочих реперов гидрологических станций. Эти карты были составлены в 1970-90 годы по материалам полевых измерений и аэрофотосъемки. Повторные геодезические измерения и уточнения координат не производились из-за организационных вопросов. Поэтому в 2022 году предпринята попытка выполнить геометрическое нивелирование 4 класса, т.к. для гидрологических работ точность 1-5

см по высоте является достаточной и оптимальной. Ниже приведены основные возможности нивелира Spectra AL32A и краткая методика нивелирования 4 класса.

В оптическом нивелире Spectra AL32A удачно сочетаются все преимущества предыдущих моделей этой серии: прочный корпус, удобные наводящие винты, защита от влаги и шкала горизонтального круга. Качественная просветленная оптика дает максимально четкое и яркое изображение. Благодаря 32-кратному увеличению трубы имеется возможность работать с объектами, которые расположены на значительном расстоянии. При этом имеется возможность измерять с минимального расстояния до объекта в 0,62 м, что обеспечивает использование прибора даже в помещении. Автоматический компенсатор с воздушным демпфером обеспечивает высокую стабильность и точность производимых измерений. Он не только упрощает установку прибора в горизонтальное положение, но и исключает вероятность снятия ошибочных показаний, значительно сокращая воздействие различного рода вибраций. Горизонтальные нитки сетки на объективе нивелира существенно облегчают измерение расстояний (рис. 3). Прибор прост в настройке и регулировке, что позволяет работать с ним даже без предварительной подготовки (рис. 4). Регулировочные винты, расположенные по обеим сторонам прибора, обеспечивают комфортную работу с ним любой рукой. Для точного и плавного наведения на цель встроен горизонтальный лимб с ценой деления  $1^\circ$ .



Рис. 3. Отсчеты по рейке



Рис. 4. Наведение на заднюю рейку

При техническом нивелировании превышение между двумя точками определяется, как правило, способом нивелирования из середины (рис. 5). В этом случае нивелир устанавливается примерно на равных расстояниях от точек, где неравенство этих расстояний не должно превышать 3 м. Нивелир приводится в рабочее положение с помощью подъемных винтов, пузырек круглого уровня выводится на середину, а зрительная труба направляется на рейку [3]. Вращением диоптрийного кольца и кремальеры устанавливается резкое изображение сетки нитей и деления рейки. Средняя квадратическая ошибка определения превышений на станции должна быть 5 мм. Расхождение значений превышения на станции, определенных по черным и красным сторонам реек, допускается до 5 мм с учетом разности высот нулей пары реек. Если же используются односторонние шашечные рейки, то для контроля превышений следует регистрировать отсчеты по рейке при разных высотах нивелира. При большем расхождении наблюдения на станции повторяют, предварительно изменив положение нивелира по высоте на 3-5 см. По окончании нивелирования между исходными пунктами подсчитывают невязку, которая не должна превышать  $\pm 20$  мм на 1 км хода.

**Результаты и их обсуждение.** В качестве тестирования были использованы репера урванного поста “Чиназ”, где произведено нивелирование с помощью нивелира и шашечной рейки. Обычно координаты гидрологических постов определяются относительно пунктов триангуляции государственной геодезической сети. Вблизи урванного поста “Чиназ” установлен пункт триангуляции (рис. 6).



Рис. 5. Нивелирование на берегу реки Сырдарьи



Рис. 6. Рейка на пункте ГГС

Методика измерения превышений при нивелировании 4 класса остается такой же и для гидрологических станций [6,9]. Однако следует учитывать физико-географические характеристики местности и техногенные процессы в окрестностях урванного поста, а также внешние факторы, влияющие на качество измерений.

В процессе технического нивелирования урванного поста “Чиназ” было использовано 13 точек с нивелиром и 14 точек, в которых устанавливались передние и задние рейки. Нивелирование было произведено от пункта триангуляции вблизи урванного поста до основного репера, включая рабочий репер, контрольную точку и водомерную рейку. На каждой станции выполнялся контроль критерия превышения между задней и передней рейкой, согласно инструкции по нивелированию 4 класса.

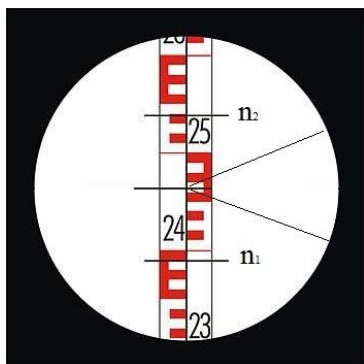


Рис. 7. Измерение D по нитям  $n_1$   $n_2$



Рис. 8. Измерение расстояния рулеткой

В процессе измерений также определялись расстояния до рек по дальномерным нитям зрительной трубы (рис. 7), а в некоторых местах они измерялись метровой рулеткой, хотя вдоль маршрута измерений существенных препятствий не было (рис. 8). Только участок местности, где установлены свайная рейка и контрольный репер, имеет скат с углом наклона почти 40 градусов. Для таких мест наиболее оптимальным является измерение расстояний по дальномерным нитям. В период нивелирования уровень водной поверхности реки Сырдарьи был выше нуль-пункта водомерной рейки. Поскольку нуль-пункт водомерной рейки был ниже верхней отметки шашечной рейки, то переднюю и заднюю рейку вынуждены были установить на отметку 2 м. После вычисления превышений и уравнивания эту постоянную величину следует отнять от окончательного значения высот водомерной рейки. Такая процедура приводит к минимизации случайной ошибки при большом количестве станций.

$$n = n_2 - n_1, \tag{1}$$

$n_1, n_2$  – отсчеты по рейке,  $n$  – число делений по рейке.

Например, при визировании рейки можно взять отсчет средней нити для

превышения (2464 мм), а для дальномерных нитей (2390 и 2540). Расстояние вычисляется по формуле

$$D \approx k \cdot n, \quad (2)$$

$$D = (2540 - 2390) \cdot 100 = 50 \cdot 100 = 5000 = 5 \text{ м}$$

где 1 см на рейке соответствует 1 м на местности,  $k$  – постоянная величина, равная 100. При этом точность измерения расстояний рулеткой находится в пределах 1/100.....1/300. Измерение расстояний до реек для технического нивелирования является не очень строгим, т.к. не влияет на точность превышения и высоты пункта. В инструкции по нивелированию описано, что неравенства плеч должно быть не более 2-3 метров [4]. Этот критерий был соблюден при нивелировании на гидрологическом посту “Чиназ”. В конце работы нивелирный ход был замкнут на основной репер ГУГМС-1, координаты которого были определены с GNSS Trimble R4.

Ниже приведена условная схема нивелирного хода уровенного поста Чиназ (рис. 9), где не строго соблюдены обозначения и размеры условных знаков [10]. Для технического нивелирования не обязательно проводить обратный ход до пункта триангуляции государственной геодезической сети. Тем не менее, внутри поста нивелирный ход был замкнут, а если рассматривать нивелирование от пункта ГГС до свайной рейки, то ход получился висячим.

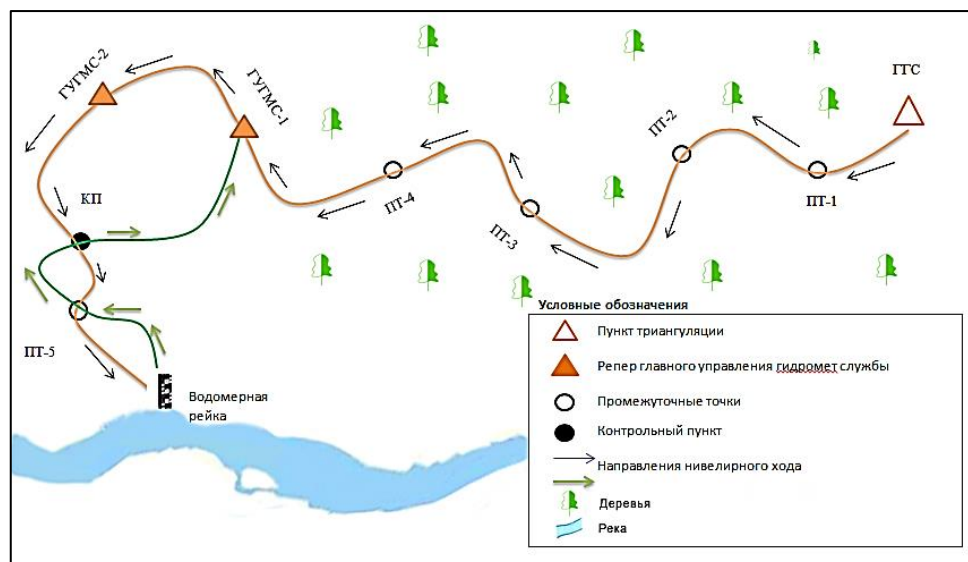


Рис. 9. Схема нивелирного хода уровенного поста “Чиназ”

Из рисунка 9 видно, что исходной точкой является пункт триангуляции, который был установлен Ташкентским государственным институтом инженерно-технических изысканий (ныне УЗГАШЛИТИ). Прямоугольные координаты в системе СК42 и высота этого пункта в системе БСВ77 находятся в архиве этого учреждения [14]. Как уже упоминалось выше, координаты пункта были определены методами глобальной навигационной спутниковой системы с точностью 5-10 мм, что является вполне приемлемой для гидрологических станций. Все измерения, выполненные с помощью нивелира, были зафиксированы в журнале технического нивелирования (табл. 1). Во время визирования на рейку отсчеты по средней нити были взяты с четырьмя значащими цифрами в миллиметрах, а расстояние определялось по разности отсчетов между верхней и нижней сетками нитей. Вычисленные превышения между точками также записывались в миллиметрах, а высоты в метрах относительно уровенной поверхности геоида или MSL [12,15].

Таблица 1

Журнал нивелирования уровенного поста Чиназ

№ станции	Наблюдаемые точки	Отсчеты по рейке		Превышения выч.		Превышения ср.		Отметки
		задние	передние	+	-	+	-	
I	1(триан)	1169			-137		-137	250.549
		1168						
	2 (точка)		1306 1305		-137			250.412
II	2 (точка)	1370			-91		-92	250.412
		1369						
	3 (тчк)		1461 1462		-93			250.320
III	3(тчк)	1504			-286		-286	250.320
		1503						
	4(тчк)		1790 1791		-287			250.034
IV	4(тчк)	1382			+594		+593	250.034
		1381						
	5 (ГУГМС-осн)		0790 0791		+592			250.627
V	5(ГУГМС-осн)	1082			-243		-244	250.627
		1081						
	6 (ГУГМС-раб)		1325 1326		-245			250.383
VI	6(ГУГМС-раб)	0938			-237		-236	250.383
		0939						
	7(контр)		1175 1174		-235			250.147
VII	7 (контр)	1095			-1339		-1340	250.147
		1094						
	8 (тчк)		2334 2335		-1341			248.807
VIII	8(тчк)	0287			-1793		-1793	248.807
		0286						
	9 (тчк)		2080 2079		-1793			247.014
IX	9тчк	2078			-696		-696	247.014
		2080						
	10рейка		2775 2776		-696			246.318
X	10рейка	2775			695		+695	246.318
		2774						
	11тчк		2080 2079		695			247.013
XI	11тчк	2080			1794		+1793	247.013
		2079						
	12тчк		0286 0287		1792			248.060
XII	12тчк	2309			1246		+1246	248.060
		2308						
	13тчк		1063 1062		1246			250.052
XIII	13тчк	1417			549		+548	250.052
		1418						
	ГУГМС (осн)		0868 0870		548			250.600

В таблице 1 красным цветом отмечены высоты пункта ГГС, реперов ГУГМС и водомерной рейки. Выше упоминалось о необходимости вычитания 2 метров от значения высот, полученных по шашечной рейке (246.318) для водомерной рейки. Для замкнутого нивелирного хода внутри водомерного поста невязка получилась минус 27 мм, что является приемлемым для гидрологических работ. Ниже описана методика обработки нивелирного хода.

Обработка нивелирного хода начинается с проверки журнала измерения, в котором должен быть выполнен постраничный контроль:

$$\sum Z - \sum \Pi = \sum h = 2 \sum h_{cp} \quad (3)$$

где  $\sum Z, \sum \Pi$  - сумма отсчетов по задней и передней сторонам реек,  $\sum h, \sum h_{cp}$  - суммы вычисленных и средних превышений на станциях хода.

Для двусторонних реек производится дополнительный контроль. Далее, вычисляется допустимая невязка нивелирного хода:

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_{теор} = \sum h_{cp} - (H_k - H_n), \quad (4)$$

где  $\sum h_{cp}$  - сумма средних превышений по ходу,  $\sum h_{теор}$  - теоретическая сумма превышений по ходу,  $H_k$  и  $H_n$  - отметки конечной и начальной точек хода.

Для технического нивелирования:

$$f_{hдоо} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L} \quad \text{и} \quad f_{hдоо} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}, \quad (5)$$

где  $L$  - длина хода в км,  $n$  - число станций в ходе.

Если же  $|f_h| \leq f_{hдоо}$ , то  $f_h$  распределяется поровну с обратным знаком в  $h_{исп}$

$$v_h = -\frac{f_h}{n}. \quad \text{Контроль:} \quad \sum v_h = -f_h. \quad (6)$$

Вычисляются исправленные значения превышений  $h_{исп}$  на каждой станции:

$$h_{исп} = h_{cp} + v_h, \quad \text{контроль:} \quad \sum h_{исп} = h_{теор}. \quad (7)$$

$\sum h_{исп} = 0$ , для замкнутого хода,  $\sum h_{исп} = H_k - H_n$  для разомкнутого хода.

Окончательные вычисления высоты точек можно произвести по формуле

$$H_{is} = H_0 + \sum \Delta h_i. \quad (8)$$

Эта методика вычислений является стандартной и универсальной для всех классов нивелирования, разница заключается в точности нивелира и способах измерений.

**Выводы.** Таким образом, можно сделать вывод о том, что по результатам измерений были вычислены высоты промежуточных точек, водомерной рейки и реперов урочных постов. Высоты были получены в системе MSL, которая отличается от балтийской системы высот на 35-42 метра в зависимости от местоположения пункта измерения или наблюдения. Разность можно получить по результатам спутниковых измерений или же на основе математических вычислений. Поэтому нужно быть внимательными при использовании высот, полученных различными методами и инструментами, т.к. урочные поверхности MSL и БСВ представляют геоиды, которые отличаются как физически, так и геометрически. Такая разница приводит некоторых исследователей к заблуждению и неправильной интерпретации при вычислении окончательных значений высот.

В процессе геодезических измерений были отработаны методы определения расстояний и превышений, а также проверены оптические возможности нивелира Спектра и геометрические параметры шашечных реек.

Для надежности результатов, видимо, необходимо произвести тригонометрическое и ГНСС нивелирование приведенных точек [2]. Расстояния между реперами целесообразно определить по оптико-электронному тахеометру с



использованием уголкового отражателя. Это позволяет определять не только изменение по высотной составляющей, но изменения плановых координат.

### Использованная литература:

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Москва: Картгеоцентр, 2005. Т. 1. 334 с.
2. Герасимов А.П., Тюлькин В.В. Определение высот спутниковыми методами // Геодезия и картография. 2006. № 11. С. 37-39.
3. Гиршберг М.А. Геодезия. Москва: Недра. 1967. 384 с.
4. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Москва: Недра. 1974. 158 с.
5. Мирмахмудов Э.Р. Предварительный анализ точности координат уровенных постов Узбекистана // Наука, техника и образование. Научно-методический журнал. 2020. № 4 (68). С. 114-118.
6. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Ленинград: Гидрометеиздат. 1984. Вып. 9, ч. 1. 313 с.
7. Основные положения о построении государственной геодезической сети СССР. Москва: Геодезиздат, 1961. 29 с.
8. Остроумов В.З., Шануров Г.А., Масленников А.В. Повышение точности определения высот уровенных постов // Геодезия и картография. 2003. № 11. С. 25-29.
9. Руководящий технический материал. Высотная привязка уровенных постов (ГКИНП 03 215 88). Москва: ЦНИИГАиК, 1988. С. 41.
10. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000-1:500. Москва: Недра, 1989. 286 с.
11. Успенский М.С. Условия устойчивости геодезических центров и реперов. Москва: Геодезиздат, 1955. 94 с.
12. Шануров Г.А., Епишин В.И., Остроумов В.З. Определение высот уровенных постов спутниковым методом // Геопрофи, 2004. № 4. С. 11-17.
13. Яхман В.В. О математической и физической корреляции спутниковых измерений и пути ослабления ее влияния // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2012. С. 1-5.
14. Mirmakhmudov E., Adenbaev B., Rakhmonov D., Nazirova D. (2019), GNSS network of level posts, *Science and Education in the modern world: Challenges of the XXI century*, Nur-Sultan, pp. 47-50.
15. Mirmakhmudov E., Niyazov V., Tleumuratova G., Toshonov B. (2021), GNSS in Uzbekistan for hydrology, *COORDINATES*, vol. XVII, No. 6, pp. 12-15.

### References:

1. Antonovich K.M. (2005), *Use of satellite radio navigation systems in geodesy*, vol. 1, Moscow, 334 p. (In Russ.).
2. Gerasimov A.P., Tyulkin V.V. (2006), Determination of heights by satellite methods, *Geodesy and cartography*, No. 11, pp. 37-39. (In Russ.).
3. Girshberg M.A. (1967), *Geodesy*, Moscow, 384 p. (In Russ.).
4. *Instructions for leveling I, II, III and IV classes* (1974), Moscow, 158 p. (In Russ.).
5. Mirmakhmudov E.R. (2020), Preliminary analysis of the accuracy of coordinates of level posts in Uzbekistan, *Science, technology and education, Scientific and methodical journal*, No. 4 (68), pp. 114-118. (In Russ.).
6. *Instructions for hydrometeorological stations and posts* (1984), Issue 9, Part 1, Leningrad, 313 p. (In Russ.).
7. *Basic provisions on the construction of the state geodetic network of the USSR* (1961), Moscow, 29 p. (In Russ.).
8. Ostroumov V.Z., Shanurov G.A., Maslennikov A.V. (2003), Improving the accuracy of determining the heights of level posts, *Geodesy and Cartography*, No. 11, pp. 25-29. (In Russ.).
9. *Guiding technical material. Altitude binding of level posts (GKINP 03 215 88)* (1988), Moscow, p. 41. (In Russ.).
10. *Symbols for topographic plans at scales 1:5000-1:500* (1989), Moscow, 286 p. (In Russ.).
11. Uspensky M.S. (1955), *Conditions for the stability of geodesic centers and frames*, Moscow, 94 p. (In Russ.).

12. Shanurov G.A., Epishin V.I., Ostroumov V.Z. (2004), Determination of the heights of level posts by satellite method, *Geoprofi*, No. 4, pp. 11-17. (In Russ.).
13. Yakhman V.V. (2012), On the mathematical and physical correlation of satellite measurements and ways to weaken its influence, *Interexpo Geo-Siberia*, pp.1-5. (In Russ.).
14. Mirmakhmudov E., Adenbaev B., Rakhmonov D., Nazirova D. (2019), GNSS network of level posts, *Science and Education in the modern world: Challenges of the XXI century*, Nur-Sultan, pp. 47-50.
15. Mirmakhmudov E., Niyazov V., Tleumuratova G., Toshonov B. (2021), GNSS in Uzbekistan for hydrology, *COORDINATES*, vol. XVII, No. 6, pp. 12-15.

*Сведения об авторах:*

**Мирмахмудов Эркин Рахимжанович** – Национальный университет Узбекистана (Ташкент, Узбекистан), кандидат физико-математических наук, доцент. E-mail: erkin\_mir@mail.ru.

**Ражабова Дилрабо Рахматиллаевна** – Ташкентский архитектурно-строительный университет (Ташкент, Узбекистан), магистрант. E-mail: dilya201086@mail.ru.

**Рейпназаров Элбрус Муратбай угли** – Ташкентский архитектурно-строительный университет (Ташкент, Узбекистан), магистрант. E-mail: reypnazarovelbrus@gmail.com.

**Каримова Минзифа Зинуровна** – Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск, Россия), студент. E-mail: photo844@gmail.com.

*Information about authors:*

**Mirmakhmudov Erkin** – National University of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan), Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor. E-mail: erkin\_mir@mail.ru.

**Rajabova Dilrabo** – Tashkent Architecture and Building University (Tashkent, Uzbekistan), graduate student. E-mail: dilya201086@mail.ru.

**Reypnazarov Elbrus** – Tashkent Architecture and Building University (Tashkent, Uzbekistan), graduate student. E-mail: reypnazarovelbrus@gmail.com.

**Karimova Minzifa** – Tomsk State University for management and radioelectronics (Tomsk, Russia), student. E-mail: photo844@gmail.com.

**Для цитирования**

Мирмахмудов Э.Р., Ражабова Д.Р., Рейпназаров Э.М., Каримова М.З. Об относительных превышениях между пунктами уровня поста “Чиназ” на основе геометрического нивелирования // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2022. № 3-4. С. 115-124.

**For citation:**

Mirmakhmudov E.R., Rajabova D.R., Reypnazarov E.M., Karimova M.Z. (2022), On the relative heights between the points of the “Chinaz” level station on the basis of geometric leveling, *Central Asian Journal of Geographical Researches*, No. 3-4, pp. 115-124. (In Russ.).