

52 автомобільні та 8 залізничних мостів, 31,79 км закритої і 27,97 км відкритої колекторно-дренажної мережі. У зоні зрошення й обводнення Північно-Кримського каналу збудовано 11 водосховищ для водопостачання міст, населених пунктів та промислових підприємств АР Крим. На балансі УПКК перебувало три водосховища: Фронтове, Станційне та Зеленоярське, загальним об'ємом – 62,0 млн м³.

Русло магістрального каналу закріплено бетонно-плівковим екраном протяжністю 144 км, лінією від хвильового впливу протягом 27,2 км.

Експлуатацію водогосподарського комплексу здійснює управління Північно-Кримського каналу та 18 управлінь водного господарства (у Херсонській області – 6, АР Крим – 12). Проектна площа зрошення у зоні ПКК – 460,8 тис. га.

Із 2014 року у зв'язку з анексією Криму управління Північно-Кримського каналу експлуатує 91 км зі 107 км магістрального каналу, що знаходяться в Херсонській області, та Перекопський канал довжиною 65 км, що з'єднує Північно-Кримський та Головний Каховський магістральні канали (табл. 1).

Управління забезпечує своєчасну і безперебійну подачу води та здійснює первинний облік використання води сільськогосподарськими водокористувачами та іншими суб'єктами підприємницької діяльності. Для цього необхідно точно знати висоту рівнів води на різних ділянках каналів.

Таблиця 1

Показники зрошення

Найменування показників	Оди-ниця виміру	За роками		
		2012	2015	на 1.11.2016
Загальний водозабір з джерел зрошення	млн м ³	1794,4	538,4	554,47
зокрема по Головній споруді ПКК	млн м ³	1738,8	495,1	510,56
Подано управлінням водного господарства та «супутникам»	млн м ³	1647	406,8	410,49
Водоподача в точках водовиділу	млн м ³	974,4	284,3	276,37
Фізична площа зрошення	тис. га	175,2	32,6	34,1

Тому з метою визначення точних позначок реперів на зрошувальній мережі та спорудах нами були проведені інженерно-геодезичні дослідження висотної мережі, яка була закладена в 1980 році Підприємством № 13 Експедиції № 242 Головного управління геодезії та картографії при Раді міністрів СРСР.

Точне нівелювання виконувалось IV класом. Для цього використовували нівелір з циліндричним рівнем Н-3 та триметрові складні шашкові рейки з різними «п'ятками» – початковими відліками з червоного боку рейки. У камеральних та польових умовах були проведені дослідження нівеліра та рейок. Головна перевірка нівеліра (паралельності візирної осі та осі циліндричного рівня) виконувалась способом нівелювання «вперед» на відстані не менше 70 м з юстируванням рівня для досягнення похибки x менше 3 мм. Випадкові похибки дециметрових і метрових інтервалів на рейках не перевищували 1 мм.

Результати досліджень. У результаті польових досліджень було виконано нівелювання IV класом у прямому і зворотному напрямках між основними ґрунтовими реперами, стінними та дамбовими марками і реперами на головній споруді, а також вздовж магістрального каналу до аварійного скиду №1 в річку

Каланчак, а далі від перегороджуваної споруди ПС-1 до розподільчого каналу РМ-2 Каланчацького УВГ та вздовж нього до насосної станції №48. До процесу зйомки були залучені також учасники наукового геодезичного гуртка – студенти бакалаврату старших курсів та магістратури спеціальності «Геодезія та землеустрій».

Спочатку була виконана нівелірна зйомка замкнутого ходу на головній споруді Північно-Кримського каналу. Пізніше здійснена зйомка розімкнутих ходів вздовж ПКК протяжністю першої ділянки більше 71 км та другої близько 24 км.

Під час нівелювання для збереження твердої основи під рейками використовувались так звані металеві «башмаки». Отримані реальні дані (нівелірні журнали) прямого та зворотного нівелювання IV класу наведені в додатках А, Б, В та Г звітів [4, 5]. У журналах обчислені перевищення та відстані між пікетними точками зйомки та реперами, а також різниця п'яток рейок, за рахунок зняття відліків не тільки за середніми штрихами сітки ниток, але і за верхніми штрихами по чорних боках рейок.

Нев'язки прямих та зворотних ходів були значно менші допустимих похибок $fh_{\text{доп}}$ для IV класу нівелювання, які визначаються за формулою:

$$fh_{\text{доп}} \leq \pm 20 \text{ мм } \sqrt{L};$$

де L – довжина ходу в км.

Результати ув'язки нівелірних ходів та висоти деяких реперних точок і марок на магістральному каналі і гідрометричних постах зведено в таблицю 2 у тексті. Повні дані нівелірної зйомки наведено в додатках до звітів [4, 5].

Крім досліджень нівелюванням IV класу, була здійснена спроба використати астрономо-геодезичне обладнання для порівняння визначення висот геодезичної мережі Північно-Кримського магістрального каналу різними методами. З цією метою використали двочастотний GPS-приймач GRS-1 фірми TOPCON, який має наступні характеристики: у режимі кінематики для L1/L2+ L2 – за точністю: 10 мм +1,0мм/км, а за висотою: 15мм+1,0мм/км Він спроектований спеціально для створення геоінформаційних систем (ГІС) картографування, будівництва наземних споруд, фотограметрії, гідрографічних і будь-яких інших робіт. Наявність у GRS-1 компонента GPS+ забезпечує доступ до американської супутникової системи GPS (Global Positioning System) і російської системи ГЛОНАСС (Глобальна Навігаційна Супутникова Система), за рахунок чого збільшується кількість супутників, що можуть бути задіяні у визначенні місця розташування, завдяки чому підвищуються точність визначення пунктів зйомки і продуктивність. Крім того, GPS-приймач може сприймати сигнали перманентних станцій, які використовуються в якості базових станцій і дають поправки під час online-вимірювань. Такі найближчі станції розташовані у м. Каховка та м. Скадовськ.

Під час визначення висот реперів астрономо-геодезичним способом отримані значення позначок вищі на 130-145 мм від загальноприйнятих, встановлених під час нівелювання II класом державною геодезичною службою. Таку різницю можна пояснити тим, що, можливо, використовується не однакова система висотних координат, а також тим, що висота визначається одним приймачем абсолютним способом. Для отримання більш точних даних необхідно використовувати два GPS-приймачі, які будуть працювати в диференційованому режимі, з установкою одного із них на базовій станції із твердо відомою позначкою (репері Державної геодезичної мережі вищого класу).

Таблиця 2

**Відомість реперів, перевищень та висот пунктів нівелювання
від ГМС – вздовж ділянки Північно-Кримського магістрального каналу
до аварійного скиду АС-1 та від ПС-1 до РМ-2**

№ з/п	Тип знаку, номер ГУТК пункту, (номер репера в ході IV кл.)	Опис місцезоложення нівелірного знаку	Від-стань між пун-кта-ми, км	Виміряне перевищення, мм		Розходження між прямим та зворотним ходами, мм	Поправки, мм	Зрів-няне перевищення, мм	Висота над рівнем моря, до якої відноситься позначка, м
				прямий хід	Зворотний хід				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розімкнуті прямі і зворотні нівелірні ходи IV класу від Головної споруди вздовж ПКК до аварійного скиду № 1									
11	Гр.Рр 1, б/№ – ст.Рр2351, ПК281+93 <i>(Хід №1)</i>	Вихідний репер на ГМС – село Цукури, за 0,6 км на захід від південно-західної його околиці, на автодорожньому мосту, лівий берег	7,3	-3311	+3309	-2	+2	-3303	21,021 17,718
12	Ст.Рр2351 – гр.Рр4763, <i>(Хід №2)</i>	Цукури – село Чорнянка, південна околиця його	7,3	-3390	+3388	-2	+2	-2399	17,718 15,319
13	Гр.Рр4763 – гр.Рр2796 <i>(Хід №3)</i>	Чорнянка - село Нова Маячка, за 3,9 км на пд-с від південної околиці його	12,9	-1490	+1469	-21	+21	-1485	15,319 13,834
14	Гр.Рр2796 – гр.Рр4654, ПК433+65 <i>(Хід №4)</i>	Нова Маячка – 43 км ПКК. С. Брилівка, за 1,0 км на пн-з від північної околиці його	15,5	-2179	+2179	0	0	-2189	13,834 11,645
15	Гр.Рр4654 – гр.Рр3221 <i>(Хід №5)</i>	43 км ПКК. Брилівка – НС №16. С. Мала Олександрівка, 4,1 км на південь вздовж шосе	12,9	+837	-826	+11	-11	+829	11,645 12,474
16	Гр.Рр3221 – ст.Рр405, ПК 611+14 <i>(Хід №6)</i>	НС №16,с. Мала Олександрівка – 61 км ПКК у підпірній споруді Краснознам'янського каналу	5,2	+1620	-1622	-2	-2	+1613	12,474 14,087

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	Ст.Рр405 – гр.Рр 6/№ АС-1 (Хід №7)	61 км ПКК – АС №1. Міст через ПКК по дорозі Каланчак –Тарасівка, за 1,2 км на пд. з.	10,3	+863	-850	+13	-13	+866	14,087 14,953
Розімкнуті прямі і зворотні нівелірні ходи IV класу від ПС-1 до РМ-2									
1	Гр. рп. 6/№, тип 5, Рр(1) (Хід – 1)	сmt Каланчак, за 2,2 км на півн.-сх. від сх. краю його, ПС- 1 ПКК, у дворі експлуатацій- ної споруди	00	+478	-479	-01	-01	+478	14,164
2	Гр.рп.1887 , тип 5, Рр(2) (Продовж. Хід – 1)	сmt Каланчак, за 2,2 км на півн.-сх. від сх. краю його, ПС- 1 ПКК, за 12 км до півд.-сх. від дороги, що веде на міст, за 9 м на півд.- зах. від ПКК, у ряду дерев. Занівельов. головка репера на глибині 0,56 м	0,045	+1670	-1673	-03	-01	+1673	14,642
3	Гр.рп.5730 , тип 5, Рр(3) (Хід -2)	сmt Каланчак, за 3,5 км до півд.-сх. від сх. краю його, за 46 м до півд.- зах. від ПКК, за 11 м до півн.- зах. від каналу РМ-1 біля основи насипу берми ПКК. Занівел. головка репера на глибині 0,45 м	+5,3 74=5 ,419	-3152	+3166	+14	+07	-3159	16,315
4	Гр.рп.7850 , тип 5, Рр(4) (Хід - 3)	с. Гаврилівка, І- а, за 3, 2 км на півн. від півн. краю його, РМ- 2, ПКК, за 6м до півд.-сх. від каналу РМ-2, за 37 м до півд.- зах. від ПКК. Занівельована головка репера на глибині 0,53 м.	+5,1 68=1 0,587	+3648	-3670	-22	-11	+3659	13,156, нова* (13,375 теор.)

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Стінна марка УГВХ, 8947	Стінна марка розміщується на споруді двоповерхового будинку гідротехніка насосної станції № 48, за 5,3 км від голови каналу РМ-2, який забирає воду із ПКК.							16,815* (16,975ге ор.)

* – *примітка*: Позначки **Rp(4)№7850** та пов'язаних з ним марок **1** та **2**, необхідно уточнити від нових твердих точок.

Висновки. Після виконання нівелювання IV класу та всіх уточнень і остаточного опрацювання результатів висотного знімання реперної мережі Управління Північно-Кримського каналу та його підрозділів підтверджено зв'язок між основними нівелірними знаками та марками на головних спорудах та гідрометричних постах для подальшого визначення експлуатаційними службами витратних характеристик зрошувальних каналів.

Для додаткового підтвердження достовірності висотної мережі магістрального каналу астрономо-геодезичним способом необхідна зйомка двома двочастотним GPS-приймачами в режимі «статика» з прив'язкою «бази» до державного репера ГУГК вищого класу, у якого точна позначка гарантована.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Геодезія: підручник. Ч.II / А.Л. Островський, О.І. Мороз. В.Л. Тарнавський; за заг. ред. А.Л. Островського. 2-ге вид., випр. Львів: Видавництво «Львівська політехніка», 2012. 564 с.
2. Геодезія: навч. посіб. / ВВ. Горлачук, І.М. Семенчук, О.В. Анисенко, П.В. Мацко. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 252 с.
3. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М.: Недра, 1974. 159 с.
4. Звіт про науково-дослідну роботу №25.10-16 «Інструментальна зйомка висотної геодезичної мережі на Північно-Кримському магістральному каналі». Херсон. ХДАУ, 2016. 91 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу №28.10-14 «Інструментальна зйомка висотної геодезичної мережі на міжгосподарчій мережі і спорудах Каланчацького УВГ Херсонської області». Херсон. ХДАУ, 2014. 62 с.