



УДК 621.313

**ШУЛЬГА В.А., ЧУГУННИКОВ В. С.**, ТОВ "Гідротехпроект",  
**РАССОВСЬКИЙ В.Л., БІСОВЕЦЬКИЙ Ю.А.**, ПАТ "Укргідроенерго",  
**ЩУЧИК Е.С., КУХТАРОВ С.А.**, АО "Банкомсвязь",  
**РУДИК Б.А., ПУДЛИК А.Н.**, Дніпровська ГЕС

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД (АСК ГТС) ДНІПРОВСЬКОЇ ГЕС – ВІД ЗАДУМУ ДО ВТІЛЕННЯ**

*У статті викладені: відомості про споруди Дніпровської ГЕС, їх експлуатацію, контроль споруд та засоби контролю; історія проектування і впровадження АСК ГТС, склад та основні технічні показники автоматизованої системи; особливості початкового періоду її експлуатації.*

*К л ю ч о в і с л о в а: гідротехнічні споруди (ГТС), контроль споруд, інструментальний контроль, контрольно-вимірвальна апаратура (КВА), автоматизована система контролю (АСК), технічні засоби автоматичного контролю, первинний датчик.*

**З**агальні відомості про споруди електростанції. Дніпровська ГЕС — чи не найвідоміша гідроелектростанція не тільки в Україні, але і на всьому пострадянському просторі. Вона має довгу, складну і насичену історію. Побудована в кінці 1920 — на початку 1930 років, в основному — ручними способами. В період другої світової війни двічі руйнувалась і виводилась із ладу, а потім відновлювалась. В 1970-х роках здійснена реконструкція станції, під час якої побудована друга, додаткова, будівля ГЕС.

Дніпровський гідровузол, до напірного фронту якого, крім гребель ГЕС, входять також два шлюзи, розташований на р. Дніпро в м. Запоріжжя вище о. Хортиця, у порівняно вузькій долині. Дно і береги річної долини в цьому районі складає масив середньо- і крупнозернистих архейських гранітів.

Комплекс гідротехнічних споруд відрізняється оригінальністю. Основою напірного фронту є масивна бетонна водозливна гребля довжиною 760,5 м, яка в плані має дугову форму радіусом 600 м. Початкова конструкція греблі (до реконструкції) включала 47 водозливних прогонів, шириною 13 метрів кожний, розділених бичками товщиною по 3,25 м. Верхова, напірна, грань греблі вертикальна, а низова — виконана криволінійною по формі практичного водозливу. В нижній частині низової грані влаштований носок — для зменшення розмивної дії потоку води на дно відповідного каналу під час роботи водозливів.

Відмітки основних конструктивних елементів: закладення підшви греблі — від 0,0 м в середній, русловій, частині і до +25 м в берегових прольотах; гребня водозливної частини — +41,65 м; верху



Таблиця 1. Дніпровська ГЕС. Відомість КВА на початок 2000-х років

Назва КВА	Кількість, штук		
	Водозлив на гребля	Інші напірні споруди	Всього
1. Висотні марки	148	-	148
2. Знаки горизонтальних переміщень	22	-	22
3. Щілиноміри	252	18	270
4. П'єзометри	371	60	431
5. Дренажно-спостережні свердловини	35	10	45
6. Витратомірні пристрої	97	41	138

бичків — +63,0 м. Таким чином, максимальна висота водозливного масиву складає порядку 40–42 м, а бичків — до 63 метрів. Ширина греблі по підшві досягає 40 метрів.

Водозливний масив греблі розділений температурними швами посередині кожного прольоту, а також по бічних гранях бичків. При цьому, для забезпечення сумісної роботи кожна грань бичка має три контрфорси, які заходять в тіло водозливу.

В тілі греблі, на відмітках +14,5м і +30,0м, влаштовані дві оглядові галереї (потерни), які також забезпечують збирання і відведення фільтраційних і дренажних вод.

Скельний масив основи греблі в цілому слабо вивітрений, а в деяких місцях має підвищену тріщинуватість. Зверху він був прикритий природним алювіальним відкладенням невеликої товщини, яке видалялось при влаштуванні котловану під греблю разом із вивітраним скельним ґрунтом. Верхня зона кристалічного масиву основи не є суцільною, вона розрізана декількома системами частих тріщин, які мають значну протяжність і стабільність напрямку. Також має місце мережа тектонічних порушень, товщина яких складає від 0,3–0,5м до кількох десятків метрів. В районі прольотів 16–17 проходить досить крупна регіональна тектонічна зона. Мілкіші зони розвинуті в районах прольотів 3, 11–13, 20, 25–26, 33–34, 39–40.

Скельна основа біля напірної грані була закріплена цементациєю завесою двох видів: у вигляді мілкої площинної цементациї через свердловини глибиною 8 метрів, розташовані в три ряди; у вигляді однорядної глибинної цементациї через свердловини глибиною 30 метрів.

Дренаж основи греблі початково не передбачався. Був влаштований дренаж тіла греблі у вигляді мережі свердловин.

Бетон греблі мав досить високу міцність.

Також в напірний фронт входять такі важливі, але відносно невеликі по довжині споруди, як щитова стінка ГЕС-1 і глуха правобережна гребля.

Згідно із системою, що діяла в СРСР, споруди Дніпровської ГЕС були віднесені до вищого, першого, класу капітальності. По нині діючій в Україні системі вони теж відносяться до вищого класу відповідальності ССЗ.

**Особливості експлуатації греблі.** Під час другої світової війни тіло греблі двічі частково руйнувалось вибуховим способом. Верхні частини багатьох прольотів були повністю зруйновані, а ті бетонні масиви, які збереглися, одержали значну тріщинуватість. В основному вийшли із ладу протифільтраційні шпонки на швах. Практично вийшли із ладу дренажна система і п'єзометрична мережа.

У 1945–1947 роках споруди відбудовані. Була виконана цементация тріщин, будівельних і температурних швів у бетонних масивах греблі, а також повторна цементация скельної основи: приконтатна на глибину 4–6 метрів та глибинна на 35–40 метрів. Також були влаштовані: дренаж скельної основи у вигляді ряду дренажних свердловин, пробурених із нижньої потерни і заглиблених на 4 метри у скелю; новий дренаж тіла греблі у вигляді свердловин двох видів, пробурених із верхньої потерни: верхніх, направлених вгору із нахилом в бік напірної грані, та нижніх, що виходять у нижню потерну.

В результаті ремонтно-відновлювальних робіт змінились умови роботи греблі. Зокрема, цементация вертикальних температурних швів могла спричинити, на думку фахівців інституту ВНИИГ ім. Веденєєва, проявлення аркового ефекту в греблі в літній період. Цементация приконтатної зони основи привела до погіршення умов розвантаження фільтраційного потоку, внаслідок чого фільтраційні напори дещо підвищились.

В період реконструкції станції у першій половині 1970-х років лівобережна ділянка греблі у складі прольотів №29–№47 була реконструйована для виконання функцій щитової стінки ГЕС-2, що значно змінило схему навантажень і умов роботи.

Проведені у 1990–2000 роках дослідження показали, що за період експлуатації відбувся розмив дна підвідного каналу руслової частини греблі приблизно до рівня підшви греблі, в деяких прольотах із незначним підмивом носка.

**Контроль стану і роботи греблі протягом її експлуатації.** В довоєнний період проводився певний контроль споруд. Відомо, що споруди були оснащені п'єзометрами та іншими вимірювальними приладами. Але конкретні дані щодо складу, об'єму і результатів контролю не збереглися. В роки війни контрольно-вимірювальна апаратура (КВА) була знищена.

У післявоєнний період регулярно проводили візуальні, інструментальні та інші спостереження. Візуально оглядають зовнішні поверхні бетонних споруд і поверхні внутрішніх приміщень по всій їх площі, дренажні пристрої, берегові примикання. Крім того, виконують обстеження підводних поверхонь споруд, а також дна і укосів підвідного і відвідного каналів — із допомогою водолазів чи іншими спеціальними методами.



Таблиця 2. Дніпровська ГЕС. Відомість технічних засобів АСК ГТС

Назва технічного засобу	Кількість		
	водозливна гребля (47 прогонів)	інші напірні споруди	всього
1. Первинні датчики і пристрої			
1.1. Гідронівелірна система/ датчик дистанційної марки, ГНС/ ДМ	5/ 50	2/ 25	7/ 75
1.2. Балочний датчик БД	140	-	140
1.3. Одноточковий дистанційний екстензометр для основи ДЕТх	-	40	40
1.4. Інклінометрична гірлянда/ інклінометричний датчик двовісний, П/ ІДху	255	45	300
1.5. П'ятиточковий дистанційний екстензометр для основи/ екстензометричний датчик, ДЕТ/ ЕД	10/ 47	-	10/ 47
1.6. Накладний тензометр НТ	30	-	30
1.7. Довгобазний тензометр для бетонного масиву ДТ	30	-	30
1.8. Точковий тензометр ТТ	84	-	84
1.9. Тривісний дистанційний щілиномір ДЩхуз	162	24	186
1.10. Занурений п'єзодинамометр (для безнапірного п'єзометра) ПДз	316	36	352
1.11. Різьбовий п'єзодинамометр (для напірного п'єзометра) ПДр	99	76	175
1.12. Дистанційний термометр високоточний ДТв	398	26	424
1.13. Датчик рівня для визначення витрати фільтраційної води ДРв	3	-	3
1.14. Датчик малих витрат води ДМВ	25	-	25
1.15. Автоматична метеостанція	-	1	1
2. Вторинні пристрої			
2.1. Мультиплексор	108	16	124
2.2. Локальний концентратор даних	-	-	21

Інструментально контролювали наступні показники:

1) Осадки секцій бетонних споруд – по висотних марках.

2) Горизонтальні переміщення споруд – по створних і контрольних марках.

3) Відносні переміщення суміжних секцій гребель і розкриття будівельних швів – по щілиномерам.

4) Рівні (напори) фільтраційного потоку по контакту бетон-скеля та в глибині скельної основи – по напірних і безнапірних п'єзометрах.

5) Витрати фільтраційної води, що витікає із вертикальних водоскидних свердловин у нижню потерну – із використанням трубчатих водозливів.

6) Витрати фільтраційної води із тріщин, швів та осередків в бетонних масивах – в основному об'ємним способом.

7) Температура фільтраційного потоку – із допомогою стаціонарних та переносних термометрів.

Геодезичний контроль по двох перших напрямках був епізодичним і не приніс повноцінних результатів.

Контроль по напрямку 3 був достатньо повним і по ньому накопичено багато результатів, хоча вони не рівноцінні. По ряду контрольних точок мають місце некоректні дані, що обумовлено непрацездатністю щілиномірів.

Об'єм контролю рівнів (напорів) фільтраційного потоку великий, але був нестабільним: то зменшувався, то збільшувався. Розподіл контрольних точок по фронту споруд не мав достатньої чіткості і в повній мірі не враховував всієї різноманітності умов.

Об'єм контролю витрат фільтраційної води повноцінний, але вимірювання мали дещо недостатню точність.

Оцінка контролю греблі Дніпровської ГЕС:

а) В цілому минулий інструментальний контроль був неповним. Показники напруженого стану і загальні деформації греблі були практично безконтрольні, що протирічить нормам. Переміщення контролювались деякий час, але повноцінні результати не були одержані.

б) Із точки зору сучасних вимог інструментальний контроль, що проводився ручними методами, був недостатньо надійним, дуже трудомістким і недостатньо оперативним.

### Контрольно-вимірювальна апаратура (КВА) і її стан.

Відомо, що в довоєнний період споруди були оснащені п'єзометрами та іншими вимірювальними приладами. Але конкретні дані щодо їх складу втрачені. В роки війни контрольно-вимірювальна апаратура була фактично знищена.

В період відновлення станції після війни греблю оснастили значною кількістю п'єзометрів та іншою КВА, дренажно-спостережними свердловинами, пристроями для вимірювання фільтраційно-дренажних вод. Протягом післявоєнного періоду деяка КВА виходила із ладу. Неодноразово проводили ремонтно-відновлювальні заходи по комплексу КВА, а також його доповнення додатковими групами контрольних пристроїв. Значна кількість КВА була встановлена в період будівництва ДніпроГЕС-2. Протягом 1990-х років були встановлені біля 180 п'єзометрів серії ОП. Нижче наведена кількість приладів КВА, що були у використанні на спорудах Дніпровської ГЕС на початок 2000-х років (Рис. 2-5).

При, начебто, досить значній кількості наявної КВА, в оснащеності греблі засобами контролю та їх стані мали місце недоліки:

а) Неєфективність мережі геодезичної КВА (марок і знаків).

б) Фізичне зношення щілиномірів і оголовків п'єзометрів, особливо – напірних.

в) Невідповідність багатьох п'єзометрів вимогам справності і працездатності.

г) Недостатність п'єзометрів у деяких відповідальних вузлах.

д) Відсутність КВА для контролю показників напруженого стану.



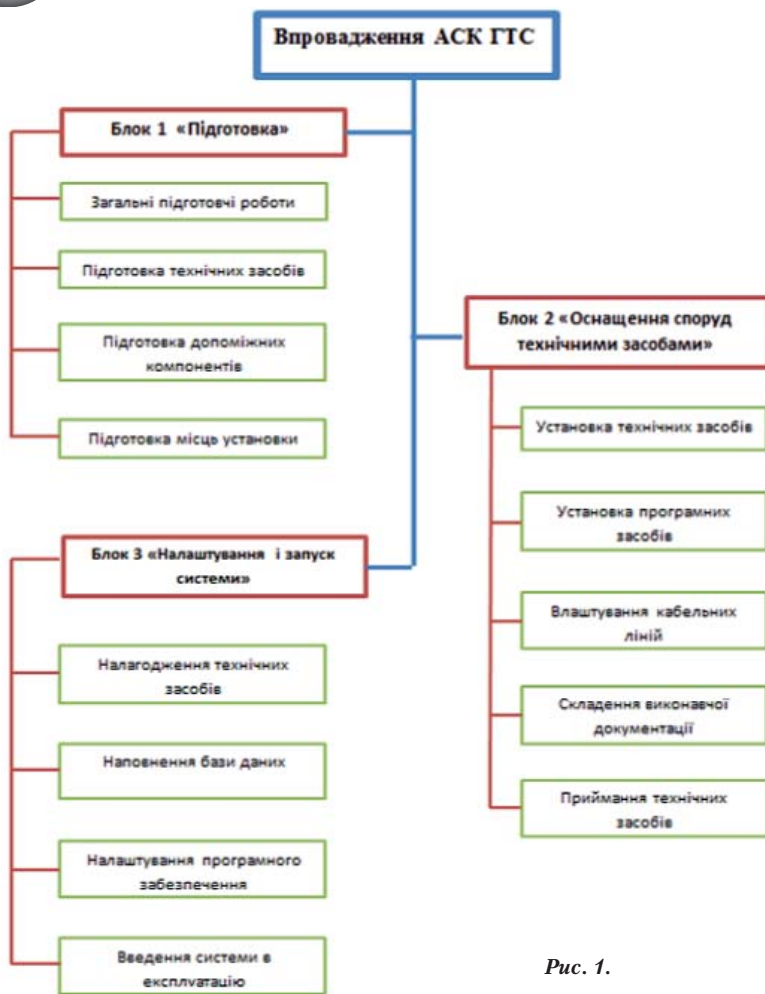


Рис. 1.

Наявний комплекс КВА забезпечував деякий мінімально необхідний контроль, але не відповідав сучасним вимогам.



Рис. 2. Комутаційно-вимірювальний пункт (група локальних концентраторів) в технічному приміщенні



Рис. 3. Комутаційний пункт в потерні водозливної греблі

**Характеристика ситуації щодо стану споруд та їх контролю на початок 2000-х років.** Фактичний стан споруд протягом останніх десятиліть експлуатації оцінений в цілому, як задовільний. Разом із тим, у звітах гідротехнічного цеху станції та залучених спеціалізованих організацій наголошували на наявності деяких проблем.

Таким чином, станом на кінець 1990-х – початок 2000-х років склалася така ситуація:

1) Інструментальні спостереження забезпечували певний мінімальний контроль водозливної греблі та інших напірних споруд, проте із точки зору сучасних підвищених вимог надійності і безпеки він виглядав як недостатньо повний, дещо однобокий і не відповідний масштабам споруд і відповідальності гідровузла.

2) Практикували застарілі ручні технології контролю, які потребували значних трудовитрат і не забезпечували необхідної оперативності. В той же час, у світі вже використовували автоматизовані технології.

3) Наявний комплекс КВА забезпечував деякий мінімально необхідний контроль, але не відповідав сучасним вимогам.

4) У стані споруд, що в цілому оцінений, як задовільний, мали місце деякі невизначеності і проблеми. Зокрема, розрахункова стійкість деяких прольотів мала недостатній запас.

Така ситуація потребувала кардинального вирішення: модернізації традиційної системи контролю і підйому її на якісно вищий рівень, який би відповідав рівню сучасних вимог, технічних і технологічних можливостей.

Була сформована відповідна стратегія, яка відповідала вимогам нормативних документів /1, 2, 3, 4/ щодо необхідності оснащення значимих гідротехнічних споруд автоматизованими системами контролю, а також максимально враховувала потреби споруд. Основний принцип цієї стратегії такий: автоматизація – це не просто оснащення контрольних точок засобами автоматизації вимірювань, а кардинальний перегляд, переосмислення існуючого контролю і створення сучасної всеосяжної системи контролю із максимальною автоматизацією усіх процесів.

Перший (підготовчий) етап створення АСК ГТС (2000-і роки). Діючи нормативні документи України вимагають оснащення значимих гідротехнічних споруд автоматизованими системами контролю. Також нормативний документ енергетичної галузі України ГKD 34.20.507-2003/5/ містить аналогічну вимогу.

Тому і по Дніпровській ГЕС було вирішено,



згідно із вимогами норм, створити і впровадити автоматизовану систему контролю гідротехнічних споруд – АСК ГТС. Мета створення системи – забезпечення необхідної повноти та оперативності контролю споруд на рівні сучасних вимог шляхом використання найсучасніших технічних засобів, методик контролю, комп'ютерних технологій.

Враховуючи те, що споруди знаходились в стадії глибокої експлуатації, спочатку реалізували етап підготовчих робіт, на якому проведені:

- аналіз і оцінка усіх аспектів стану і роботи споруд;
- аналіз вихідного (початкового) стану елементів функціонуючої системи контролю, виявлення і оцінка наявних проблем і недоліків;
- формування задач щодо модернізації і розширення існуючого контролю та шляхів їх вирішення.

Далі генеральна проектна організація ВАТ "Укргідропроєкт" розробила робочу документацію модернізації і розширення існуючого контролю та реконструкції комплексу КВА. Згідно із нею в кінці 2000-х – на початку 2010-х років на спорудах були установлені 177 щілиномірів сучасної конструкції і 120 нових п'єзометрів та реконструйовані оголовки старих п'єзометрів.

Також в першій половині 2000-х років фахівцями науково-дослідного відділу ВАТ УГП та гідротехнічного цеху Дніпровської ГЕС була сформована концепція автоматизованої системи контролю АСК ГТС.

Згідно із цією концепцією, запропонований комплекс автоматичного інструментального контролю включає дві великі групи: традиційний контроль і принципово новий додатковий контроль.

До першої групи відносяться ті види контролю, які доповнюють і автоматизують традиційний контроль: за деформаціями швів із допомогою дистанційних щілиномірів; за рівнями (напорами) фільтраційного потоку із допомогою датчиків тиску; за витратами фільтраційної води із допомогою датчиків рівня.

До другої групи віднесено принципово нові види контролю: за вертикальними і горизонтальними деформаціями тіла і основи греблі із допомогою колон дистанційних екстензометрів та гірлянд дистанційних інклінометрів; за мікродеформаціями та змінами напруг в контрольних точках тіла греблі із допомогою тензометрів різних типів та інші.

На основі цієї концепції ВАТ УГП розробив, у другій половині 2000-х років, концептуальний проект оснащення споруд датчиками авто-



Рис. 4. Елементи дистанційної гідронівелірної системи, установлені на стінці галереї



Рис. 5. Комутаційно-вимірювальний пункт (група локальних онцентраторів) в технічному приміщенні

матичного контролю, який мав загальну назву "Розміщення точок установки датчиків. ...". Всього проектом було передбачено біля 2600 точок автоматичного контролю.

Другий етап проектування АСК ГТС (кінець 2000-х років – 2010-і роки) Рис. 6.

На цьому етапі замовник ВАТ "Укргідроенерго" об'явив конкурс на розробку і впровадження АСК ГТС, оскільки для цих потреб залучались кредитні кошти міжнародних банків. Переможцем конкурсу стало акціонерне товариство "Банкомзв'язок" м. Київ (скорочено АТ БКЗ), якому було і доручено виконати весь комплекс робіт – із допомогою генерального проектувальника.

АТ БКЗ, за технічним завданням ВАТ УГП, в 2011 році розробив робочу документацію АСК ГТС,

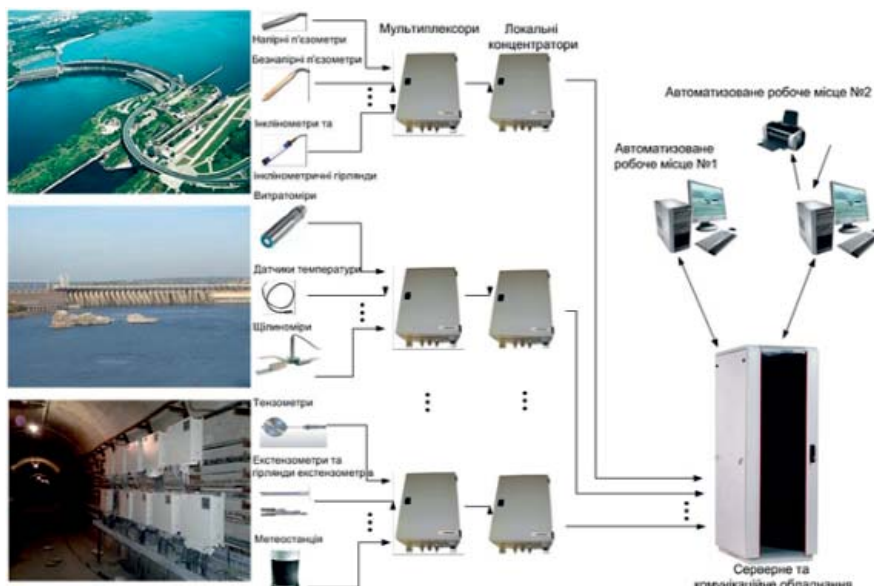


Рис. 6. Загальна структурна схема комплексу технічних засобів АСК ГТС





до складу якої ввійшли: робочі креслення розміщення і підключення первинних датчиків і пристроїв, кабельних ліній, локальних систем, пункту управління та інші; специфікації обладнання, виробів і матеріалів; кошториси; початкова версія спеціального програмного забезпечення (СПЗ).

Первинні датчики і складні автоматичні пристрої АСК по своїй функціональності діляться на чотири групи:

1) Датчики, які розташовуються поодинокі і функціонують самостійно (БД, ДЕТ1х, НТ, ДТ, ТТ, ДТв).

2) Датчики, якими оснащують недистанційні прилади КВА (ПДз, ПДр, ДРв, ДМВ).

3) Датчики, які розташовуються групами і працюють разом, хоча і не мають прямої взаємозалежності (ДЩхyz).

4) Складні системи датчиків, які працюють єдиним комплексом (ГНС/ДМ; ДЕТ/ЕД; ІГ/ІДху).

В залежності від особливостей конструкції та функціонування первинних датчиків передбачені різні схеми їх установки: на поверхні конструкцій с кріпленням до бетонних масивів; поодинокі в трубах або свердловинах; групами у свердловинах; на оголовках напірних п'єзометрів; поряд із мірними пристроями ручного вимірювання.

В ході підготовки до впровадження системи (реалізації проекту) відбулося коригування деяких концептуальних попередніх рішень за пропозиціями учасників процесу, найбільше — гідротехнічного цеху станції. Зокрема, було оптимізоване розміщення точкових тензометрів та деяких інших датчиків. В результаті в 2013 році був випущений скоригований комплекс робочої документації АСК ГТС, який враховував усі часткові коригування і доповнення до раніше виданого проекту.

Також була розроблена детальна інструкція по установці і прийманню технічних засобів.

Крім того, було розроблено уточнене спеціальне програмне забезпечення (СПЗ) для функціонування системи.

Укрупнена номенклатура основних технічних засобів запроєктованої АСК в остаточній версії представлена нижче у Табл. 2. Комплекс робочої документації був замовником розглянутий, затверджений і виданий у виробництво.

**Впровадження АСК ГТС.** Процес впровадження АСК ГТС, після розробки і затвердження проектної документації, включає три основні блоки послідовних робіт і дій, до складу кожного із яких входить ряд напрямків (Рис. 1).

**Блок "Підготовка"** — Загальні підготовчі роботи: замовлення, наступна доставка на будівельну площадку, розпакування, перевірка і наступне зберігання у відповідних умовах фірмового обладнання; підбір і закупка кабельної продукції, стандартних виробів і матеріалів; підбір кваліфіковано-

го персоналу для проведення БМР; підбір і доставка на територію ГЕС будівельних механізмів та інструментів; узгодження місць установки технічних засобів і трас кабельних ліній із фахівцями гідроцеху та інших служб станції — із необхідними уточненнями; виготовлення монтажних виробів для опорних і захисних конструкцій датчиків.

Підготовка датчиків та інших технічних засобів до установки: підбір груп датчиків для певних конструкцій і умов; перед установочні перевірки і випробування технічних засобів — із заповненням відповідних сертифікатів; виконання контрольних вимірювань і випробувань.

Підготовка допоміжних компонентів, що потрібна для деяких технічних засобів згідно із технологічними схемами їх установки.

Підготовчі роботи в місцях установки датчиків та влаштування комунікацій: буріння свердловин і шпурів; установка анкерів і опорних конструкцій; влаштування отворів у стінах і перекриттях; прокладка кабельних лотків у внутрішніх приміщеннях і по зовнішніх поверхнях конструкцій; риття каналів і т. ін. Також забезпечені необхідні умови в місцях установки: під'їзди, безпечні підходи, при необхідності — освітлення, технологічні комунікації, підмостки для роботи на висоті та інше.

#### Блок "Оснащення споруд технічними засобами"

— *Установка технічних засобів.* Типовий склад робіт при установці первинних датчиків: доставка датчиків та інших пристроїв до місця установки; при необхідності — установка анкерів чи інших опорних конструкцій; монтаж пристроїв зовні на анкерах, кронштейнах, у свердловинах, трубах чи іншим способом; вивірка положення; закріплення; перевірка функціонування; складення установочного паспорта. Для деяких видів датчиків та їх систем виконувались додаткові роботи: прокладка спеціальних комунікацій, цементацийні роботи та інші. Установка вторинних засобів АСК мала дещо інший, як правило — простіший, склад будівельно-монтажних робіт.

*Установка програмних засобів.* Особливим видом комплексу технічних засобів є спеціальні програмні засоби, які установлені і введені в дію на заключному етапі оснащення споруд засобами АСК. Інформаційні лінії від усіх первинних датчиків були підключені до центральної програмно-комп'ютерної системи і протестовані управляючими програмами.

Влаштування кабельних ліній: прокладка індивідуальних кабелів до точок зведення; прокладка багатожильних та оптоволоконних кабелів у лотках; влаштування захисних і сигнальних пристроїв і заходів; засипка каналів по спеціальній технології; з'єднання і підключення кабелів; продзвонування кабельних жил і фіксування пар для відповідних датчиків.



Складення виконавчої документації включало: складення виконавчих схем і креслень, відомостей, сертифікатів і паспортів установки технічних засобів із характеристиками і параметрами установки, формування папок. Виконавча документація складена на: установку датчиків та інших технічних засобів; влаштування свердловин; влаштування кабельних ліній. У виконавчу документацію також включені сертифікати на стандартні вироби і матеріали. Враховуючи великий об'єм АСК ГТС, виконавча документація вийшла теж досить об'ємною.

Приймання установлених технічних засобів. Приймання виконаних БМР виконували поетапно спеціальні комісії, до складу яких входили представники: компанії УГЕ, гідротехнічного цеху та інших служб станції, проектних організацій, генпідрядної та субпідрядних організацій по будівництву. Підрядники готували для комісії акти приймання-здавання, акти прихованих робіт, інші документи. Спочатку проводили проміжні приймання етапів робіт по їх видах чи по спорудах (вузлах). Якщо комісія виявляла недоробки чи недоліки, формували відповідні зауваження і приймання переносили на пізнішу дату. Після усунення недоліків комісія повторно розглядала ситуацію і при відсутності зауважень приймала рішення щодо приймання відповідного етапу робіт.

Нижче на фото показані деякі елементи комплексу технічних засобів АСК ГТС Дніпровської ГЕС. Далі показана загальна структурна схема системи.

**Блок "Налаштування і запуск системи".** – Налаштування первинних датчиків і пристроїв та вторинних засобів: вибір і налаштування "нуля" для датчиків деяких видів; перевірка і уточнення параметрів установки, які входять в розрахунковий алгоритм; перевірка функціонування датчиків.

Наповнення бази даних системи: внесення довідкових даних про споруди та систему контролю; внесення у відповідні таблиці та форми по кожному датчику довідкових даних (назва, марка, заводський номер, вимірювана величина та її діапазон і т. ін.) та функціональних даних (формула для перерахунку вимірюваної величини, коефіцієнти та інші характеристики); внесення значень гранично допустимих показників; імпорт накопичених раніше таблиць значень контрольованих показників і таке інше.

Налаштування програмного забезпечення: перевірка функціонування каналів зв'язку та передачі даних; контроль правильності розрахункових алгоритмів; контроль функціонування допоміжних модулів та інше.

Остаточне приймання системи в дослідну експлуатацію виконала державна комісія у 2015 р. Кількість прийнятих до експлуатації контрольних точок

АСК ГТС практично відповідає тій, яка була передбачена останнім варіантом проектної документації.

В наступний період аналізували і оцінювали роботу системи. В цілому АСК ГТС працює успішно, але були виявлені деякі ускладнення і невизначеності в експлуатації системи. Також не вистачає розвинутої методичної бази для обробки і аналізу результатів контролю.

Тому запланована розробка і реалізація комплексу заходів по вдосконаленню роботи системи та розширенню її функціональності. Серед них: розробка і впровадження інструкцій з експлуатації АСК ГТС та методичних документів для користувачів по роботі із програмними засобами системи; впровадження автоматизованої обробки даних і представлення результатів по таких напрямках як довідкова база даних, технічне обслуговування КВА та інші.

### ЗАКЛЮЧЕННЯ

1. Протягом 2000-х – 2010-х років на Дніпровській ГЕС виконаний значний об'єм проектних, загальнобудівельних, спеціальних монтажних, налагоджувальних робіт, в результаті яких впроваджена АСК ГТС – згідно із вимогами діючих норм.

2. Впроваджена система є унікальною за своїми характеристиками і включає більше 2,5 тисяч автоматизованих контрольних точок, що контролюють показники деформацій, температурного і напруженого стану та фільтраційного режиму напірних споруд і скельних масивів їх основ.

3. В цілому в перші роки дослідної експлуатації АСК ГТС працює успішно, але вона ще має деякі проблеми в експлуатації і недостатньо розвинену методичну базу.

4. На основі результатів дослідної експлуатації сформовані і розробляються заходи по доведенню системи. Реалізація цих заходів дозволить значно вдосконалити роботу автоматизованої системи і розширити її функціональність.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.4-3:2010 "Гідротехнічні споруди. Основні положення".
2. ДБН В 1.2-14:2008. "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ".
3. ДСТУ Б В.2.6-25-2003. Автоматизовані системи технічного діагностування будівельних конструкцій. Загальні технічні вимоги.
4. ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями і спорудами.
5. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електростанцій України. Правила. Підрозділ 7.1. Гідротехнічні споруди і їх механічне обладнання.

