



УДК 626.8 (075.8)



**ФАРЕНЮК Г.Г.**

Д-р технічних наук, директор, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: farenyuk@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (044) 249-72-34, ORCID: 0000-0002-5703-3976



**ВАЙНБЕРГ О.І.**

Д-р технічних наук, заступник генерального директора, ПрАТ «Укргідропроект», м. Харків, Україна, e-mail: vaynberg@uhp.kharkov.ua, тел.: +38 (067) 573-48-08, ORCID: 0000-0002-9858-0001



**ХЛАПУК М.М.**

Д-р технічних наук, директор, Навчально-науковий інститут водного господарства та природооблаштування Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна, e-mail: khlapuk@ukr.net, тел.: +38 (067) 362-11-15, ORCID: 0000-0001-5469-4181



**ШУМІНСЬКИЙ В.Д.**

Канд. технічних наук, провідний науковий співробітник, ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна, e-mail: shumikvd@gmail.com, тел.: +38 (095) 040-72-07, ORCID: 0000-0001-9270-6649

## НАДІЙНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД В УМОВАХ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

### АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто питання забезпечення надійності та безпеки гідротехнічних споруд, що знаходяться в тривалій експлуатації. Наведено загальну характеристику гідроенергетичних об'єктів України, у тому числі Дніпровського каскаду ГЕС. Показано, що важливою проблемою гідроенергетики України слід вважати розробку спеціальних заходів щодо забезпечення безпеки гідротехнічних споруд Дніпровського каскаду ГЕС, що знаходяться в тривалій експлуатації. Дано аналіз діючих в Україні нормативних документів, що регламентують вимоги та забезпечують безпеку гідротехнічних споруд. Показано, що в даний час в Україні діє низка застарілих нормативних документів щодо надійності і безпеки гідротехнічних споруд при їх проектуванні, будівництві та експлуатації. Тому необхідно невідкладно організувати роботу зі створення сучасної нормативної бази щодо проектування, будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд. Для правового регулювання діяльності із забезпечення безпеки гідротехнічних споруд

необхідно якнайшвидше завершити розробку проекту та прийняття Закону України «Про безпеку гідротехнічних споруд». Наведено підходи щодо забезпечення безпеки гідротехнічних споруд, тривалість експлуатації яких не перевищує проектного терміну служби. Критерії безпеки і технічні стани, що застосовуються в даний час до гідротехнічних споруд, що експлуатуються, є застарілими. Тому, на основі проведення спеціальних досліджень, необхідно розробити новий сучасний нормативний акт, що регламентує підходи до визначення критеріїв безпеки та відповідних цим критеріям технічних станів гідротехнічних споруд, що експлуатуються. Дано обґрунтування підходів, що дозволяють забезпечити безпеку гідротехнічних споруд, що експлуатуються, після закінчення призначеного терміну служби.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** гідротехнічні споруди, надійність, безпека, експлуатація, гідровузол, гребля, обстеження, термін служби, технічний стан, навколишнє середовище, аварія.



## НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**ФАРЕНЮК Г.Г.** Д-р технических наук, директор, ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев, Украина, e-mail: farenyuk@ndibk.gov.ua, тел.: + 38 (044) 249-72-34, ORCID: 0000-0002-5703-3976

**ВАЙНБЕРГ О.И.** Д-р технических наук, заместитель генерального директора, ЧАО «Укргидропроект», г. Харьков, Украина, e-mail: vaynberg@uhp.kharkov.ua, тел.: +38 (067) 573-48-08, ORCID: 0000-0002-9858-0001

**ХЛАПУК М.М.** Д-р технических наук, директор, Учебно-научный институт водного хозяйства и природоустройства Национального университета водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина, e-mail: khlapuk@ukr.net, тел.: +38 (067) 362-11-15, ORCID: 0000-0001-5469-4181

**ШУМИНСКИЙ В.Д.** Канд. технических наук, ведущий научный сотрудник, ГП «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев, Украина, e-mail: shumikvd@gmail.com, тел.: +38 (095) 040-72-07, ORCID: 0000-0001-9270-6649

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы обеспечения надежности и безопасности гидротехнических сооружений, находящихся в длительной эксплуатации. Приведена общая характеристика гидроэнергетических объектов Украины, в том числе, Днепровского каскада ГЭС. Показано, что важной проблемой гидроэнергетики Украины следует считать разработку специальных мероприятий по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений Днепровского каскада ГЭС, находящейся в длительной эксплуатации. Дан анализ действующих в Украине нормативных документов, регламентирующих требования, обеспечивающие безопасность гидротехнических сооружений. Показано, что в настоящее время в Украине действует ряд устаревших нормативных документов, регламентирующих требования, обеспечивающие надежность и безопасность гидротехнических сооружений при их проектировании, строительстве и эксплуатации. Поэтому необходимо в ближайшее время организовать работу по созданию современной нормативной базы для проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений. Для правового регулирования деятельности по обеспечению безо-

пасности гидротехнических сооружений представляется необходимым организовать работу по скорейшему завершению разработки проекта и принятию Закона Украины «Про безопасность гидротехнических сооружений». Приведены применяемые в мире, а также регламентированные действующими нормами в Украине подходы, обеспечивающие безопасность гидротехнических сооружений, продолжительность эксплуатации которых не превышает проектного срока службы. Показано, что используемые в настоящее время критерии безопасности и техническое состояние этих эксплуатируемых гидротехнических сооружений являются устаревшими. Поэтому, на основе проведения специальных исследований необходимо разработать новый современный нормативный акт, регламентирующий подходы к определению критериев безопасности и соответствующих этим критериям технических состояний эксплуатируемых гидротехнических сооружений. Дано обоснование подходов, позволяющих обеспечить безопасность эксплуатируемых гидротехнических сооружений после окончания назначенного срока службы.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** гидротехнические сооружения, надежность, безопасность, эксплуатация, гидроузел, плотина, обследование, срок службы, техническое состояние, окружающая среда, авария.

## THE HYDRAULIC ENGINEERING STRUCTURES RELIABILITY AND SAFETY IN CONDITIONS OF CONTINUOUS OPERATION

**FARENYUK G.G.** Dr., Director, State Enterprise «The State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine, e-mail: farenyuk@ndibk.gov.ua, tel.: +38 (097) 645-38-70, ORCID: 0000-0002-5591-1827

**VAYNBERG O.I.** Dr., Deputy Director General, PJSC «Ukrhydroproekt», Kharkiv, Ukraine, e-mail: vaynberg@uhp.kharkov.ua, tel.: +38 (067) 573-48-08, ORCID: 0000-0002-9858-0001

**KHLAPUK N.M.** Dr., Director, Educational and Scientific Institute of Water Management and Environmental Engineering, National University of Water and Environmental Engineering (NUWEE), Rivne, Ukraine, e-mail: khlapuk@ukr.net, tel.: +38 (067) 362-11-15, ORCID: 0000-0001-5469-4181

**SHUMINSKYI V.D.** PhD, Ass. Prof., Lead Researcher, State Enterprise «The State Research Institute of Building Constructions», Kyiv, Ukraine, e-mail: shumikvd@gmail.com, tel.: +38 (095) 040-72-07, ORCID: 0000-0001-9270-6649



## ABSTRACT

The paper deals with the issues of ensuring the reliability and safety of hydraulic structures (HS) that are in a long-term operation. The main differences between the hydraulic and other engineering structures are caused by the constant mechanical, physical, chemical and biological water effects on them. An important factor is the HS individuality associated with the uniqueness of hydrological, topographic, engineering-geological and other natural conditions, in which the HS is built, as well as the fact that the hydraulic structures are massive and have significant dimensions.

The general characteristic of hydropower structures of Ukraine, including the Dniproviski hydroelectric power chain, is given. It is shown that the special measures development to ensure the safety of the Dniproviski hydroelectric power chain hydraulic structures, which are in long-term operation, should be considered as an important task. The analysis of the existing regulations of Ukraine that govern the requirements and ensure the HS safety is presented. It is shown that currently in Ukraine a number of outdated regulations govern the requirements to the HS reliability and safety ensuring during their design, construction and operation. Therefore, it seems necessary to organize in the near future a work on the modern regulatory framework creation for the HS design, construction and operation. For legal regulation of activities on the HS safety ensuring it is necessary to complete as quickly as possible the draft «Law of Ukraine on the hydraulic structures safety» and adopt it. The approaches, which are used in the world or regulated by the current standards of Ukraine, to ensuring the HS safety during the service life not exceeding the prescribed life span, are presented. It is shown that the safety criteria and technical conditions currently applied for such in-service HS are outdated. Therefore, it is necessary to develop on the basis of special studies a new modern regulatory document that should govern the approaches to the determination of safety criteria and operated HS technical conditions corresponding to those criteria. The substantiation of the approaches, which should allow ensuring the operated HS safety after the prescribed life span expiration, is given.

Given the energy importance of the Dniproviski hydroelectric power chain, its high environmental and social responsibility, as well as the long-term operation, it is necessary to develop the special measures to ensure the entire chain HS reliability and safety. The most long-term operated Dniproviski chain hydraulic structures should be considered as the priority projects.

**KEY WORDS:** hydraulic structures, reliability, safety, operation, hydroelectric, dam, inspection, life span, technical condition, environment, accident.

## ВСТУП

Гідротехнічні споруди (далі – ГТС) є широко поширеними складними інженерними об'єктами і відомі з давніх часів. Економічна, екологічна та

соціальна відповідальність цих об'єктів надзвичайно висока. Тому питанням надійності і безпеки ГТС у всьому світі приділяється значна увага. Згідно діючих в Україні норм проектування [1, 2] ГТС розглядаються як потенційно небезпечні об'єкти, надійність і безпека яких повинні бути забезпечені в період будівництва, експлуатації, а також під час консервації та ліквідації цих споруд.

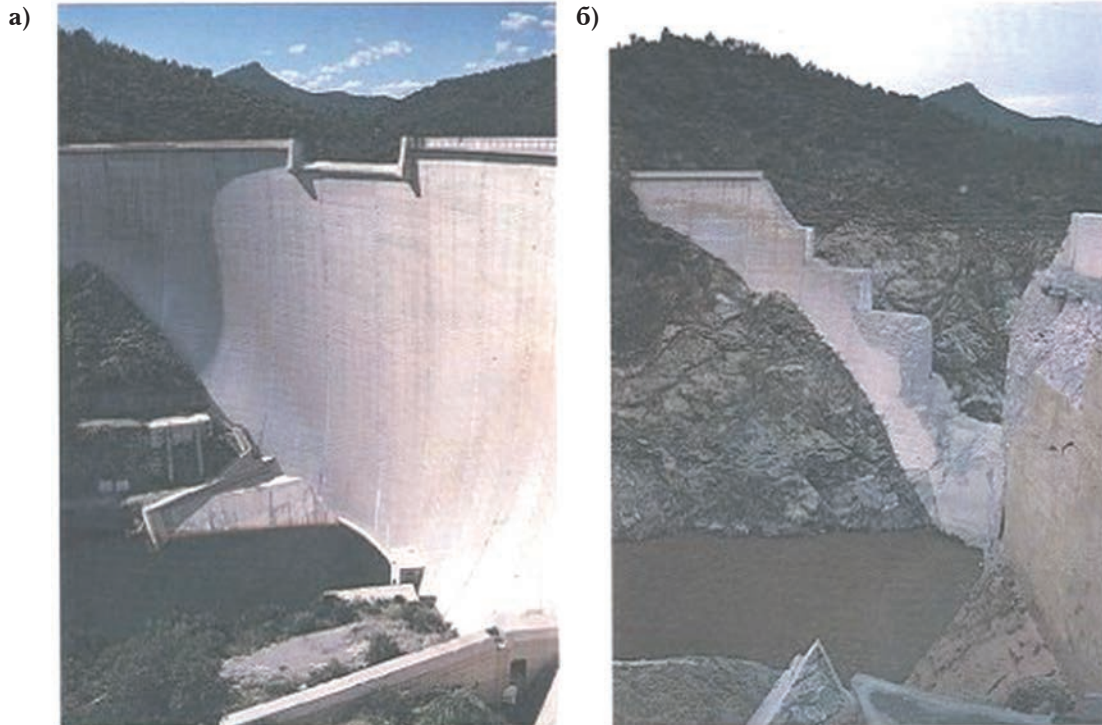
У статті прийнято наступні визначення понять «надійність» і «безпека», що, зазвичай, використовуються у гідротехніці. Надійність – це інтегральна властивість технічного об'єкта, що характеризує його здатність виконувати необхідні функції при встановлених режимах і умовах експлуатації, технічного обслуговування і ремонту протягом заданого періоду часу. Безпека – це властивість технічного об'єкта не завдавати шкоди життю і здоров'ю людей, а також навколишньому середовищу. Тому, зазвичай, розглядаються соціальна та екологічна безпеки гідротехнічних об'єктів. Безпека часто трактується як надійність по відношенню до життя і здоров'я людей, навколишнього середовища. Безпека ГТС істотно залежить від їх надійності, але не завжди визначається тільки нею.

Основні відмінності ГТС від інших інженерних споруд пов'язані з механічним, фізико-хімічним і біологічним впливом води на ГТС. Важливим фактором є індивідуальність ГТС, що визначається унікальністю гідрологічних, топографічних, інженерно-геологічних та інших природних умов, в яких зводяться ГТС, а також тим, що конструкції ГТС відрізняються масивністю і значними розмірами.

Перші згадки про будівництво і використання ГТС для водопостачання населення міст, зрошення земель, захисту від повеней пов'язані ще з шумерською цивілізацією, що існувала за 4000 років до н.е. Серед ГТС, що збереглися до нашого часу з давніх часів, гребля Кофіні, висотою 10 м в Греції, що за 3300 років служби пережила повені та землетруси і на даний час знаходиться у робочому стані. Досі успішно експлуатуються дві великі греблі в Іспанії, побудовані у другому столітті нашої ери до часів Римської імперії – гребля Прозерпіна висотою 21,4 м і гребля Корналбо висотою 24 м з шахтним водоскидом.

За даними Міжнародної комісії з великих гребель (ICOLD), зараз у світі експлуатуються більше 45 000 високих гребель (крім споруд Китаю) висотою більше 15 метрів або з водосховищами обсягом не менш 1 млн м<sup>3</sup>. Загальна кількість всіх гребель, що було побудовано на нашій планеті, за деякими оцінками перевищує 800 000. В Україні налічується понад 1150 гребель різної висоти, серед яких найбільш відповідальними і потенційно небезпечними спорудами є високі греблі, що входять до складу гідроенергетичних вузлів.

За останні 70 років у світі сталося понад 1000 аварій на великих ГТС (рис. 1-5). Найбільш



**Рис. 1.** Аркова гребля Мальпасе (Франція), висота 66 м: до аварії (а) та після аварії (б) у 1959 р., в якій загинуло 412 осіб



**Рис. 2.** Аварія на греблі Баньцяо, (Китай), 1975 р., висота греблі 118 м, загинуло біля 26 тис. людей, 145 тис. померло внаслідок голоду й епіdemій, зруйновано 5 960 000 будинків, постраждало майже 11 млн. осіб

небезпечною аварією на ГТС є гідродинамічна аварія, ознакою якої є поширення з великою швидкістю значних мас води, що створює загрозу виникнення техногенної надзвичайної ситуації. Гідродинамічна аварія може виникнути під час руйнування гребель, дамб, шлюзів, затворів, розгерметизації напірних трактів, при зсувах

і обвалах у водосховищах (рис. 6), аварійному спрацюванні водосховищ тощо. При виникненні гідродинамічної аварії утворюється хвиля прориву, що може призвести до затоплення значних територій та великих людських та економічних втрат, тому забезпеченню надійності і безпеки ГТС слід приділяти особливу увагу.



**Рис. 3.** Руйнування греблі Тетон (США) в 1976 р., висота 93 м, загинуло 11 осіб.



**Рис. 4.** Аварія на греблі Шіх Канг під час землетрусу, (Тайвань), висота 25 м, 1999 р.



**Рис. 5.** Верховий басейн ГАЕС Таум Саук (США, 2005 р.): до аварії (а) та після (б)



**Рис. 6.** Вид на греблю Вайонт, (Італія), висота 262 м, до аварії (а) та після аварії (б) у 1963 р., загинуло майже 3000 осіб



**МЕТА РОБОТИ.** Розробка підходів, що дозволяють забезпечити надійність і безпеку ГТС, що знаходяться в тривалій експлуатації.

**МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.** Аналіз сучасної нормативної бази і технічного стану найбільш важливих і відповідальних ГТС України, що знаходяться в тривалій експлуатації.

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ УКРАЇНИ

Гідроенергетика України представлена Дніпровським каскадом гідроелектростанцій (далі – ГЕС), потужність якого становить 3920 МВт, Дністрівським каскадом ГЕС потужністю 744 МВт та діючими малими ГЕС, загальна потужність яких близько 100 МВт.

Серед цих гідроенергетичних об'єктів найбільше значення має Дніпровський каскад ГЕС, до складу якого входять шість гідроелектростанцій –

Київська, Канівська, Кременчуцька, Середньодніпровська, Дніпровська та Каховська, що побудовано в період з 1932 р. по 1972 р. Загальні дані про ГЕС Дніпровського каскаду наведено в табл. 1. Будівництво Дніпровської ГЕС-2 (закінчено в 1978 р.) дозволило значно збільшити потужність ГЕС і середньорічне вироблення електроенергії.

Будівництво гідроелектростанцій Дніпровського каскаду дозволило забезпечити вироблення екологічно чистої пікової електроенергії, що створює сприятливі умови роботи енергосистеми України. В даний час здійснюється реконструкція ГЕС Дніпровського каскаду, що дозволить підвищити надійність і безпеку основних споруд ГЕС каскаду, а також підвищити енергетичні характеристики. Дані про встановлену потужність і середньорічне вироблення цих ГЕС до і після реконструкції наведено в табл. 2. В результаті реконструкції сумарна встановле-

Таблиця 1. Загальні дані про ГЕС Дніпровського каскаду

ГЕС	Рік введення ГЕС в експлуатацію			Максимальний напір на ГЕС, м	Витрата води через агрегати, м <sup>3</sup> /с
	Першого агрегату	Останнього агрегату	Водосховища		
Київська	1964	1968	1965	11,8	5800
Канівська	1972	1975	1974	13,5	7550
Кременчуцька	1959	1960	1961	13,6	5700
Середньодніпровська	1963	1964	1964	15,26	4400
Дніпровська ГЕС-1	1932	1932	1932	38,2	2150
Дніпровська ГЕС-2	1978	1978			2860
Каховська	1955	1956	1956	16,5	5700

Таблиця 2. Енергетичні характеристики ГЕС Дніпровського каскаду

ГЕС	Кількість агрегатів	Встановлена потужність, МВт		Середнє багаторічне вироблення, млн кВт·год/ рік	
		до реконструкції	після реконструкції	до реконструкції	після реконструкції
Київська	20	361	440	688	709
Канівська	24	444	528	916	945
Кременчуцька	12	625	682,8	1495	1516
Середньодніпровська	8	352	387	1159	1232
Дніпровська ГЕС-1	9	585	648	1534	1634
Дніпровська ГЕС-2	8	876,6	900	2209	2271
Каховська	6	300	334,8	1254	1295



на потужність ГЕС Дніпровського каскаду буде підвищена на 187 МВт, а середнє багаторічне вироблення цих станцій збільшиться на 347 ГВт·год.

Водосховища Дніпровського каскаду ГЕС, сумарний корисний об'єм яких становить 21,15 км<sup>3</sup>, забезпечують необхідний судноплавний шлях по всій довжині р. Дніпро. Крім того, ці водосховища використовуються для водопостачання, зрошення та іригації великих районів України.

Інженерно-геологічні умови майданчиків розміщення гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС різні. Основні споруди Кременчуцької і Дніпровської ГЕС розташовано на скельних ґрунтах, а всіх інших електростанцій – на нескельних ґрунтах, що мають порівняно низькі міцнісні характеристики.

До складу гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС входять ГТС різних типів: водозливні і глухі бетонні греблі, руслові залізобетонні будівлі ГЕС, у тому числі поєднані з паводковими водоскидами, земляні греблі, судноплавні шлюзи різних типів. В табл. 3 наведено дані про склад основних споруд гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС.

В даний час експлуатація ГТС, що входять до складу гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС, здійснюється власником цих гідровузлів – ПрАТ «Укргідроенерго». Забезпечення надійності та безпеки цих споруд здійснюється на основі оцінки їх технічного стану шляхом аналізу результатів

візуальних обстежень і натурних інструментальних спостережень.

Слід зазначити, що, незважаючи на велику тривалість експлуатації, до теперішнього часу не було скільки-небудь значної аварії на ГТС гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС. Ця обставина дозволяє вважати достатніми на даний час надійність і безпеку цих споруд.

Наведений вище аналіз енергетичної значущості Дніпровського каскаду ГЕС і його високої екологічної та соціальної відповідальності, розходження природних умов, в яких зведені гідровузли каскаду, велика різноманітність конструкцій ГТС, що входять в гідровузли, а також значна тривалість експлуатації (від 47 до 87 років) дозволяють зробити висновок про те, що пріоритетним завданням для гідроенергетики України є розробка спеціальних заходів щодо забезпечення надійності безпеки цих споруд. При цьому Дніпровську ГЕС, що має найбільший термін експлуатації, слід розглядати як першочерговий об'єкт. Нормативні документи, що регламентують вимоги щодо забезпечення безпеки ГТС, як і інших будівельних конструкцій, повинні відповідати вимогам, які ставляться до них законодавством України та чинними нормативними актами в галузі будівництва, в тому числі гідротехнічного будівництва [1-3]. Ці споруди повинні сприймати навантаження і впливи, склад і значення яких визначаються згідно з ДБН В.1.2-2 [4].

Таблиця 3. Склад основних споруд гідровузлів Дніпровського каскаду ГЕС

ГЕС	Склад основних споруд ГЕС
Київська	Будівля ГЕС, поєднана з поверхневим водоскидом, із стоянами і монтажним майданчиком; земляна гребля і дамба; однокамерний судноплавний шлюз
Канівська	Будівля ГЕС, поєднана з поверхневими водоскидами, із стоянами і монтажним майданчиком; земляна гребля; судноплавний однокамерний шлюз
Кременчуцька	Будівля ГЕС із стоянами та монтажним майданчиком; водозливна гребля із стоянами, земляні греблі; судноплавний однокамерний шлюз; безнапірна дамба; берегоукріплювальні споруди Табуріщенського мису
Средньодніпровська	Будівля ГЕС із стоянами і монтажним майданчиком; водозливна гребля із стоянами, земляні греблі, судноплавний шлюз; Орельська захисна дамба
Дніпровська	Будівля ГЕС-1; будівля ГЕС-2; бетонна водозливна гребля; щитова стінка; глуха гравітаційна гребля, однокамерний і трикамерний судноплавні шлюзи
Каховська	Будівля ГЕС суміщеного типу з донними водоскидами із стоянами і монтажним майданчиком; водозливна гребля із стоянами; земляна гребля; судноплавний шлюз; водозабірною спорудою Північно-Кримського зрошувального каналу





Основні принципи, яких необхідно дотримуватися для забезпечення соціальної та екологічної безпеки будівельних конструкцій, будівель і споруд, визначено в [5]. Вимоги, що забезпечують основні аспекти безпеки, викладено в наступних нормативних актах:

- забезпечення механічного опору і стійкості згідно з ДБН В.1.2-6 [6];
- забезпечення пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7 [7] та ДБН В.1.2-7 [8];
- забезпечення техногенної безпеки та інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) згідно з ДБН В.1.2-4 [9];
- забезпечення безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього середовища згідно з ДБН В.1.2-8 [10], ДБН А.2.2-1 [11], ДСТУ Б А.2.2-7 [12];
- забезпечення безпеки експлуатації з виключенням ризиків нещасних випадків згідно з ДБН В.1.2-9 [13];
- забезпечення захисту від шуму згідно з ДБН В.1.2-10 [14];
- забезпечення економії електроенергії та водних ресурсів згідно з ДБН В.1.2-11 [15];
- забезпечення сейсмостійкості будівельних конструкцій і споруд згідно з ДБН В.1.2-11 [16].

Для врахування особливостей конструкцій та умов роботи ГТС, крім перерахованих вище ДБН та ДСТУ, слід користуватися додатковими нормативними документами щодо проектування, будівництва і експлуатації.

В Україні найбільш загальним документом, що використовується при проектуванні, будівництві та експлуатації ГТС, є ДБН В.2.4-3 [3]. Поряд з цим документом використовуються будівельні норми і правила (СНиП): СНиП 2.02.02-85 [17], СНиП 2.06.04-82\* [18], СНиП 2.06.06-85 [19], СНиП 2.06.07-87 [20], СНиП 2.06.08-87 [21], СНиП 2.06.09-84 [22]. Перераховані будівельні норми і правила, що були прийняті в 80-і роки минулого століття, значною мірою застаріли та суперечать чинним в Україні правовим і нормативним документам.

Два нормативних акта, що стосуються ГТС: ДБН В.2.4-20:2014 «Греблі з ґрунтових матеріалів. Основні положення» і ДБН В. 2.4-8:2014 «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик», не введено в дію.

Викладені обставини дозволяють зробити висновок щодо необхідності найближчим часом організувати роботу зі створення сучасної нормативної бази, що дозволить забезпечити безпеку ГТС під час їх проектування, будівництва та експлуатації.

Згідно ДБН В.2.4-3 [3] ГТС поділяються на такі класи наслідків (відповідальності) залежно від соціально-економічної відповідальності та наслідків можливих аварій: СС3, СС2-1, СС2-2,

СС1. Найбільш безпечними є споруди класу СС3, найменш безпечними – класу СС1.

Для оцінки надійності і безпеки ГТС, згідно з нормами проектування, слід використовувати метод граничних станів. Відповідно до цього методу необхідно, щоб умова недопущення граничних станів забезпечувалася на всіх етапах будівництва та експлуатації, в тому числі і в кінці обґрунтованого призначення терміну служби споруд. Призначені терміни служби основних ГТС повинні бути не менше розрахункових термінів служби, що приймаються рівними 100 років для споруд класів наслідків (відповідальності) СС3, СС2-1 і рівними 50 років для споруд класів СС2-2 та СС1 [3].

При виконанні розрахунків за методом граничних станів [3] необхідно приймати значення нормативних коефіцієнтів залежно від класу споруди, його типу, розрахункового сполучення навантажень і впливів, матеріалу споруди, виду ґрунтів основи та інших факторів.

Норми проектування допускають виконання розрахунків надійності і безпеки ГТС імовірнісними методами. В результаті таких розрахунків повинна бути отримана розрахункова щорічна ймовірність виникнення аварії на споруді. Ця розрахункова ймовірність для напірних ГТС [3] не повинна перевищувати допустиме значення щорічної ймовірності, що приймається в залежності від класу наслідків (відповідальності) споруд: для СС3 –  $5 \cdot 10^{-5}$  1/рік; для СС2-1 –  $5 \cdot 10^{-4}$  1/рік; для СС2-2 –  $3 \cdot 10^{-3}$  1/рік; для СС1 –  $6 \cdot 10^{-3}$  1/рік.

ГТС класів наслідків (відповідальності) СС3, СС2-1 практично завжди є унікальними об'єктами, що вимагають особливої уваги. Під час проектування, будівництва та експлуатації таких об'єктів необхідно проводити науково-технічний супровід згідно ДБН В. 1.2-5 [23] та науково-технічний моніторинг згідно з ДСТУ-Н Б В.1.2-17 [24].

### **СУЧАСНІ ПІДХОДИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕКИ ГТС, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ**

У європейських країнах та високорозвинених країнах Північної Америки для забезпечення експлуатаційної безпеки ГТС використано підходи, що забезпечують надійність і безпеку ГТС з тривалістю експлуатації не більшою призначеного терміну служби, що засновано на наступних принципах.

1. Вважається, що на початок експлуатації споруди є безпечними, оскільки при проектуванні і будівництві гідровузлів було виконано всі вимоги норм проектування і провадження робіт, а також чинного в країні законодавства. Відповідальність за дотримання цих вимог несуть власник споруди та будівельні організації. Контроль за дотриманням цих вимог здійснюється відповідною державною службою нагля-



ду, наприклад, службою генерального інспектора з безпеки ГТС.

2. Вважається, що перед початком експлуатації на спорудах встановлена і нормально функціонує контрольно-вимірювальна апаратура (далі – КВА), що дозволяє здійснювати контроль стану споруд. Склад і обсяг КВА, методи вимірювань визначаються проектною організацією із залученням в необхідних випадках науково-дослідних і спеціалізованих організацій.
3. До початку експлуатації гідровузлів повинні бути розроблені необхідні інструкції з експлуатації, що визначають дії персоналу у всіх можливих ситуаціях, що можуть виникнути на гідровузлі. Склад і зміст інструкцій з експлуатації розробляються проектною організацією у співпраці з експлуатуючою організацією. У необхідних випадках залучаються спеціалізовані організації. Відповідальність за розробку і впровадження інструкцій з експлуатації несуть власник і експлуатуюча організація. Контроль складу та змісту інструкцій з експлуатації здійснюється державною службою нагляду.
4. Власником споруд і організацією, що їх експлуатує, повинна бути забезпечена досить висока кваліфікація експлуатаційного персоналу. Контроль рівня кваліфікації експлуатаційного персоналу здійснюється державною службою нагляду. Вважається, що при дотриманні інструкцій з експлуатації висококваліфікованим експлуатаційним персоналом буде забезпечена безпечна експлуатація гідротехнічних споруд у звичайних умовах. Крім того, власник споруд та експлуатуюча організація з періодичністю зазвичай 5 років організують комплексне обстеження споруд з обов'язковим залученням державної служби нагляду. Таке ж комплексне обстеження обов'язково організовується після надзвичайних ситуацій, таких як великі повені і сильні землетруси. У результаті таких обстежень виявляються відхилення від проектних умов роботи, у разі необхідності, намічаються заходи щодо приведення споруд до проектного стану, надається дозвіл на подальшу експлуатацію протягом наступних 5 років. В Україні в значній мірі застосовуються перераховані вище принципи, що забезпечує безпечну експлуатацію ГТС протягом визначеного терміну служби.

Практично у всіх розвинених країнах прийнято закон «Про безпеку гідротехнічних споруд», що пов'язано з надзвичайно високою економічною, екологічною та соціальною відповідальністю ГТС. В Україні досі не прийнято відповідного закону, хоча розробка законопроекту ведеться вже досить тривалий час. Такий закон дозволив би забезпе-

чити регулювання правових відносин, що виникають при здійсненні діяльності щодо забезпечення безпеки ГТС на всіх етапах їх життя, включаючи проектування, будівництво, експлуатацію, консервацію і ліквідацію. Закон міг би встановити обов'язки органів державної влади, власників та експлуатуючих організацій із забезпечення безпеки гідротехнічних споруд. Тому видається необхідним організувати роботу щодо якнайшвидшого завершення розробки проекту закону та його прийняття.

### **ЧИННІ В УКРАЇНІ НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ І АКТИ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ПИТАННЯ НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕКИ ГТС, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ**

Відповідно до викладених вище принципів для ГТС, тривалість експлуатації яких не перевищує призначеного терміну служби, Міністерством енергетики та вугільної промисловості України прийнято Галузевий керівний документ ГДК 34.03.106 [25]. Цей документ визначає завдання, функції та структуру галузевої системи нагляду за безпекою ГТС і гідромеханічного обладнання електростанцій України (гідравлічних, гідроакумуючих, атомних і теплових), що експлуатуються чи будуються. Основним завданням галузевої системи нагляду є розробка і контроль виконання заходів, що забезпечують надійність і безпеку ГТС відповідно до діючих правил і норм проектування, будівництва та експлуатації цих споруд.

Згідно ГДК 34.03.106 [25] нагляд за безпекою ГТС повинен здійснюватися експлуатаційним персоналом енергокомпаній – власником цих споруд. Такий нагляд повинен здійснюватися згідно з вимогами діючих в енергокомпанії інструкцій з експлуатації і передбачати:

- систематичні огляди, обстеження та спостереження гідротехнічних споруд;
- контроль стану і роботи ГТС шляхом проведення систематичних інструментальних спостережень за допомогою вимірювальної техніки, діагностування стану споруд;
- контроль відповідності ГТС проектним рішенням, вимогам діючих норм і правил будівництва, а також експлуатації;
- своєчасне виявлення порушень в роботі ГТС і розробку заходів щодо їх усунення;
- своєчасне виконання ремонтних і реконструкційних заходів, що забезпечують безпечний стан і роботу споруд;
- підготовку та атестацію персоналу, що експлуатує ГТС, контроль дій персоналу.

Оцінка стану та працездатності ГТС здійснюється за результатами:

- комплексних випробувань під час початкового встановлення споруди під навантаження (напір);
- поточного контролю експлуатаційним персоналом шляхом обходів і оглядів, візуальних спо-



стережень та інструментальних спостережень з використанням КВА;

- централізованих обстежень спеціалізованими комісіями;
- цільовими випробуваннями та дослідженнями, що можуть проводитися експлуатаційним персоналом станції, а також із залученням спеціалізованих організацій.

Централізовані обстеження ГТС ГЕС, ГАЕС і ТЕС проводяться спеціалізованими комісіями регулярно, зазвичай кожні 5 років, відповідно до графіків, затверджених Міненергівугілля. До складу цих комісій входять представники наступних організацій: Міненергівугілля, енергокомпанії – власника електростанції, наглядових органів – підприємства ВАТ «ЛьвівОРГРЕС» та Державної інспекції з експлуатації електричних станцій і мереж, генерального проектувальника ГТС і гідромеханічного обладнання, генерального підрядника з будівництва, провідної науково-дослідної організації.

Робота комісії з організації та проведення централізованого обстеження регламентується галузевим керівним документом ГДК 34.21.342 [26].

За результатами централізованого обстеження складається акт, в якому надається оцінка стану ГТС і гідромеханічного обладнання електростанції, робляться висновки щодо можливості їх подальшої експлуатації, пропонуються конкретні заходи щодо забезпечення надійності і безпеки ГТС і гідромеханічного обладнання з термінами їх виконання.

Для оцінки технічного стану та безпеки ГТС на основі проведених експлуатаційним персоналом станції візуальних та інструментальних спостережень слід використовувати критерії безпеки. Критерії безпеки – це граничні значення кількісних і якісних показників стану споруд. В якості таких критеріїв в даний час використовуються гранично допустимі показники, значення яких визначаються відповідно до [27]. Згідно з цим документом розглядаються два стани: спорудження безпечно і небезпечно. Вважається, що безпека споруди забезпечена, якщо виміряні показники стану цієї споруди не перевищують гранично допустимих значень. Критерії безпеки та відповідні їм стани споруд, що викладено в [27], значною мірою застаріли і необхідно розробити новий документ, який забезпечить більшу диференціацію критеріїв безпеки та відповідних їм станів споруд. Видається, що це мають бути державні будівельні норми (ДБН), в яких необхідно викласти основні вимоги щодо визначення критеріїв безпеки ГТС і на основі цього ДБН розробити галузеві будівельні норми (ГБН) Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Методичні рекомендації щодо визначення критеріїв безпеки гідротехнічних споруд, що експлуатуються» на основі спеціальних досліджень.

## НАДІЙНІСТЬ І БЕЗПЕКА ГТС ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ ПРИЗНАЧЕНОГО ТЕРМІНУ СЛУЖБИ

В даний час відсутні нормативні документи і акти, що регламентують вимоги, виконання яких забезпечує можливість безпечної експлуатації ГТС після закінчення призначеного терміну служби. Слід зазначити, що у світовій практиці також відсутні такі документи, а питання про продовження експлуатації ГТС вирішується незалежно від тривалості їх служби на основі результатів регулярних (зазвичай, 1 раз на 5 років) комплексних обстежень, що проводяться власником споруд та експлуатуючою організацією з обов'язковим залученням державної служби нагляду.

Енергетична значимість, висока екологічна і соціальна відповідальність, а також тривала експлуатація ряду важливих гідроенергетичних об'єктів України є тими обставинами, що викликають необхідність розробки заходів щодо забезпечення подальшої безпечної експлуатації цих об'єктів після закінчення призначеного терміну служби. На нашу думку, такі заходи повинні базуватися на ряді спеціально розроблених нормативних галузевих керівних документів Міненергівугілля, до складу яких повинні входити:

- положення про порядок продовження експлуатації ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби (далі – Положення);
- типова технічна програма робіт з обґрунтування можливості продовження експлуатації ГТС після закінчення призначеного терміну служби (далі – Технічна програма).

Основні положення, які необхідно висвітлити в цих нормативних документах, викладено нижче.

## ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПОРЯДКУ ПРОДОВЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГТС ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ ПРИЗНАЧЕНОГО ТЕРМІНУ СЛУЖБИ

У Положенні має бути вказано, що основним завданням при продовженні експлуатації ГТС після закінчення призначеного терміну служби є забезпечення їх надійності та безпеки. Доцільно встановити обов'язки державних органів (Міненергівугілля), власників і експлуатуючих організацій при здійсненні діяльності щодо забезпечення безпечної експлуатації ГТС після закінчення призначеного терміну служби.

Необхідно навести перелік робіт, що необхідно виконати для прийняття обґрунтованого рішення про долю ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби. Доцільно включити наступні роботи.

1. Створення комісії Міністерства енергетики та вугільної промисловості України (далі – Комісія) для організації та проведення робіт із забезпечення безпеки ГТС електростанцій (ГЕС, ГАЕС і ТЕС) після закінчення призначеного терміну служби.



2. Проведення «стандартного» централізованого обстеження ГТС електростанції відповідно до ГДК 34.03.106 [25] під керівництвом та за участю комісії.
3. Розробка, розгляд, узгодження та затвердження Технічного завдання на виконання робіт із забезпечення безпеки ГТС електростанції після закінчення призначеного терміну служби. Таке завдання розробляється на основі аналізу заключного акта «стандартного» централізованого обстеження після його затвердження Міненерговугілля.
4. Виконання робіт, пов'язаних з поглибленим централізованим обстеженням ГТС електростанції, згідно із затвердженим технічним завданням із залученням в необхідних випадках науково-дослідних, вишукувальних і проектних організацій. Підготовка звітів за результатами виконаних робіт.
5. Аналіз результатів, отриманих при виконанні поглибленого централізованого обстеження, і підготовка висновку Комісії з пропозиціями щодо можливості продовження терміну безпечної експлуатації ГТС.
6. Узгодження підготовленого Комісією висновку наглядовим органом Міненерговугілля «ЛьвівОРГРЕС», власником станції та експлуатаційною організацією.
7. Підготовка, погодження, прийняття та затвердження рішення щодо подальшої експлуатації (або припинення експлуатації) ГТС електростанції.
8. Проведення власником і/або експлуатаційною організацією заходів, передбачених висновком Комісії заходів, що забезпечують безпеку ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби.
9. Забезпечення наглядовим органом Міненерговугілля «ЛьвівОРГРЕС» контролю виконання передбачених висновком Комісії заходів, що забезпечують безпеку ГТС.

До складу Комісії Міністерства енергетики та вугільної промисловості України для організації та проведення робіт щодо забезпечення безпеки ГТС після закінчення призначеного терміну служби повинні бути включені представники тих самих організацій, що і в комісії для проведення регулярних централізованих обстежень споруд, тривалість експлуатації яких менше призначеного терміну служби.

В результаті роботи Комісії має бути прийнято одне з наступних рішень щодо долі ГТС:

- дозволена подальша експлуатація протягом прийнятого комісією обмеженого терміну при проектних параметрах ГТС;
- дозволена подальша експлуатація протягом

- прийнятого комісією обмеженого терміну при знижених параметрах ГТС;
- необхідно виконати ремонт або реконструкцію ГТС;
- ГТС слід вивести з експлуатації.

### **ТИПОВА ТЕХНІЧНА ПРОГРАМА РОБІТ З ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПРОДОВЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГТС ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ ПРИЗНАЧЕНОГО ТЕРМІНУ СЛУЖБИ**

У Технічній програмі повинні бути розглянуті всі основні конструкції ГТС, їх матеріали і характеристики, типи і основні характеристики скельних і нескельних основ.

У Технічній програмі слід навести перелік робіт, що необхідно виконати при аналізі результатів поглибленого централізованого обстеження ГТС. Представляється доцільним включити наступні роботи.

1. Аналіз складу, конструктивних особливостей і умов роботи основних споруд гідровузла, їх конструкцій і основ.
2. Збір і аналіз раніше отриманих результатів інженерних вишукувань, проектних матеріалів, розрахунків і розрахункових досліджень, науково-дослідних робіт, виконаних при проектуванні споруд у процесі їх експлуатації, при проведенні ремонтів та реконструкцій, а також результатів натурних візуальних та інструментальних спостережень.
3. Оцінка технічного стану, надійності та безпеки основних споруд гідровузла, їх відповідності вимогам сучасних норм з використанням зібраних та проаналізованих даних, отриманих до початку виконання робіт щодо забезпечення безпечної експлуатації ГТС після закінчення призначеного терміну служби.
4. Розробка переліку додаткових вишукувальних і науково-дослідних робіт, необхідних для отримання більш детальної інформації щодо технічного стану споруд, їх елементів і ґрунтів основи, а також для виключення невизначеностей, що можуть виникнути при аналізі даних, отриманих до початку виконання робіт щодо забезпечення безпечної експлуатації споруд після закінчення призначеного терміну служби.
5. Додаткові інженерні вишукування та натурні інструментальні дослідження споруд, конструкцій і їх елементів, властивостей матеріалів, ґрунтів основи з метою отримання більш докладної інформації для оцінки технічного стану споруд і його прогнозу при подальшій експлуатації.
6. Виконання розрахунків (і/або розрахункових досліджень) споруд на основі раніше отриманих даних, а також даних додаткових інженерних вишукувань і натурних інструментальних



досліджень споруд, конструкцій і їх елементів, властивостей матеріалів з прогнозом стану споруд при подальшій експлуатації. До числа таких розрахунків повинні входити:

- розрахунки напружено-деформованого стану, механічної міцності і стійкості споруд, їх конструкцій і основ;
- розрахунки фільтраційного режиму гідровузла в цілому та окремих споруд, фільтраційної міцності матеріалів споруд та ґрунтів основи;
- гідравлічні розрахунки водопропускних споруд з оцінкою пропускної спроможності гідровузла, умов протікання потоку у водосховищі та у нижньому б'єфі, можливості та небезпеки утворення розмивів.

7. Аналіз результатів, отриманих при виконанні додаткових вишукувань, досліджень і розрахунків, з оцінкою можливості продовження терміну безпечної експлуатації ГТС.
8. Розробка критеріїв безпеки, умов та термінів, при яких буде забезпечена подальша безпечна експлуатація ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби.
9. Розробка заходів, що забезпечують безпеку ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби.

## ВИСНОВКИ

1. Слід вважати важливим завданням розробку спеціальних заходів щодо забезпечення надійності безпеки ГТС Дніпровського каскаду ГЕС завдяки енергетичної значимості, його високої екологічної та соціальної відповідальності, а також тривалості експлуатації (від 47 до 87 років). Дніпровську ГЕС, що найбільш довго експлуатується, доцільно розглядати як першочерговий об'єкт.
2. В даний час в Україні діє низка застарілих нормативних документів, що регламентують вимоги, які забезпечують надійність і безпеку ГТС при їх проектуванні, будівництві та експлуатації. Тому необхідно найближчим часом створити сучасну нормативну базу з державних будівельних норм (ДБН) та стандартів (ДСТУ) для проектування, будівництва та експлуатації ГТС.
3. Для правового регулювання діяльності із забезпечення безпеки ГТС необхідно завершити розробку законопроекту і прийняти Закон України «Про безпеку гідротехнічних споруд».
4. На основі проведення спеціальних досліджень необхідно розробити новий сучасний нормативний документ, що регламентує методику визначення критеріїв безпеки та відповідних цим критеріям технічних станів ГТС, що експлуатуються.

5. Необхідно розробити систему державних будівельних норм (ДБН), стандартів (ДСТУ) та галузевих будівельних норм (ГБН) Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, щодо забезпечення безпеки ГТС електростанцій, які перебувають у тривалій експлуатації, а також вимоги, виконання яких забезпечить безпечну експлуатацію ГТС електростанцій після закінчення призначеного терміну служби.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Про об'єкти підвищеної небезпеки: Закон України від 18.01.2001 № 2245-III.
2. Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів: Наказ МНС України від 23.02.2006 р., № 98 зареєстровано в Мініюсті України 20.03.2006 р. за № 286/12160.
3. ДБН В.2.4-3-2010 Гідротехнічні споруди. Основні положення. – Чинні від 2011-01-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 37 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – Чинні від 2007-01-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 59 с.
5. Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд: Постанова Кабінету Міністрів України від 20.12.2006 р. № 1764.
6. ДБН В.1.2-6-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 15 с.
7. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – Чинні від 2017-06-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2016. – III, 41 с.
8. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 30 с.
9. ДБН В.1.2-4-2006 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). – Чинні від 2006-06-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2006. – 34 с.
10. ДБН В.1.2-8-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 22 с.
11. ДБН А.2.2-1:2003 Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Чинні від 2004-04-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2004. – 21 с.
12. ДСТУ Б А.2.2-7:2010 Проектування. Розділ



- інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об'єктів. Основні положення. – Чинний від 2010-07-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2010. – 24 с.
13. ДБН В.1.2-9-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека експлуатації. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 21 с.
  14. ДБН В.1.2-10-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 10 с.
  15. ДБН В.1.2-11-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії. – Чинні від 2008-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2008. – 12 с.
  16. ДБН В.1.1-12-2014 Будівництво у сейсмічних районах України. – Чинні від 2014-10-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», – 110 с.
  17. СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений. – Дата введения 1987-01-01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 45 с.
  18. СНиП 2.06.04-82\* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). – Дата введения 1984-01-01. – М.: Стройиздат, 1983. – 38 с.
  19. СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные. – Дата введения 1986-07-01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 38 с.
  20. СНиП 2.06.07-87 Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. – Дата введения 1988-01-01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 35 с.
  21. СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. – Дата введения 1988-01-01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 29 с.
  22. СНиП 2.06.09-84 Туннели гидротехнические. – Дата введения 1985-07-01. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 45 с.
  23. ДБН В.1.2-5-2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. – Чинні від 2008-01-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2007. – 16 с.
  24. ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016 Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд. – Чинний від 2017-04-01. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2017. – III, 38 с.
  25. ГДК 34.03.106-2003 Безпека гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій України. Положення про галузеву систему нагляду. – Київ: Об'єднання енергетичних підприємств. Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики, 2003. – 19 с.
  26. ГДК 34.21.342-2003 Типова технічна програма обстеження гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій. – Київ: Об'єднання енергетичних підприємств.

- Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики, 2003. – 19 с.
27. Рекомендации по определению предельно допустимых значений показателей состояния и работы гидротехнических сооружений П-836-85 / Гидропроект. – М.: изд-во ин-та Гидропроект им. С.Я. Жука, 1985. – 41 с.

## REFERENCES

1. Law of Ukraine «On objects of higher risk» of 18.01.2001, No. 2245-III (2001) [in Ukrainian].
2. Order of the Ministry of Emergency Situations of Ukraine No. 98 dated February 23, 2006, registered in the Ministry of Justice of Ukraine on March 20, 2006, № 286/12160 «Methods for potentially dangerous objects identification». (2006) [in Ukrainian].
3. Hydraulic structures. Basic principles. (2010). DBN V.2.4-3-2010 from 01<sup>st</sup> January 2011. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
4. Load and actions. Design standards. (2007). DBN V.1.2-2: 2006 from 01<sup>st</sup> January 2007. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
5. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 1764 of 20.12.2006 «Technical regulations for building products, buildings and structures». (2006) [in Ukrainian].
6. Basic requirements for buildings and structures. Mechanical resistance and stability. (2008). DBN V.1.2-6-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
7. Fire safety of construction. General requirements. (2016). DBN V.1.1-7-2016 from 01<sup>st</sup> June 2017. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
8. Basic requirements for buildings and structures. Fire safety. (2008). DBN V.1.2-7-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
9. Engineering and technical measures of civil protection (civil defense). (2006). DBN V.1.2-4-2006 from 01<sup>st</sup> June 2006. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
10. Basic requirements for buildings and structures. Life and person's health safety and environmental protection. (2008). DBN V.1.2-8-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
11. Composition and content of materials for environmental impact assessment (EIA) during the design and construction of enterprises, buildings and structures. (2004). DBN A.2.2-1:2003. from 01<sup>st</sup> April 2004. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
12. Designing. Engineering and technical measures of civil protection (civil defense) as a section of the



- design documentation of objects. Basic principles. (2010). DSTU B A.2.2-7:2010. from 01<sup>st</sup> July 2010. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
13. Basic requirements for buildings and structures. Safety of operation. (2008). DBN V.1.2-9-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  14. Basic requirements for buildings and structures. Noise protection. (2008). DBN V.1.2-10-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  15. Basic requirements for buildings and structures. Energy saving. (2008). DBN V.1.2-11-2008 from 01<sup>st</sup> October 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  16. Construction in seismic regions of Ukraine. (2014). DBN V.1.1-12-2014 from 01<sup>st</sup> October 2014. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  17. Hydraulic structures bases (1986). SNiP 2.02.02-85. [Effective from 01<sup>st</sup> January 1987. M.: CISC of USSR State Committee for Construction [in Russian].
  18. Loads and impacts on the hydraulic structures (from waves, ice and ships). (1983). SNiP 2.06.04-82\* from 01<sup>st</sup> January 1984. M.: Stroizdat [in Russian].
  19. Concrete and reinforced concrete dams. (1986). SNiP 2.06.06-85 from 01<sup>st</sup> July 1986. M.: CISC of USSR State Committee for Construction [in Russian].
  20. Retaining walls, shipping locks, fishways and fish screens. (1987). SNiP 2.06.07-87 from 01<sup>st</sup> January 1988. M.: CISC of USSR State Committee for Construction [in Russian].
  21. Concrete and reinforced concrete structures of the hydraulic works. (1987). SNiP 2.06.08-87 from 01<sup>st</sup> January 1988. M.: CISC of USSR State Committee for Construction [in Russian].
  22. Hydro-tunnels. (1985). SNiP 2.06.09-84 from 01<sup>st</sup> July 1985. M.: CISC of USSR State Committee for Construction [in Russian].
  23. Scientific and technical support of construction objects. (2007). DBN V.1.2-5-2007. from 01<sup>st</sup> January 2008. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  24. Guidance on the scientific and technical monitoring of buildings and structures. (2017). DSTU-N B V.1.2-17:2016 from 01<sup>st</sup> April 2017. K.: SE «Ukrarkhbudinform» [in Ukrainian].
  25. The hydrotechnical structures and hydromechanical equipment safety at the power plants of Ukraine. Regulations on the sectoral supervisory system. (2003). HDK 34.03.106-2003. K.: Association of Energy Enterprises. Sectoral Reserve Investment Fund for Energy Development [in Ukrainian].
  26. The typical technical program of the power plants hydrotechnical structures and hydromechanical equipment inspection. (2003). HDK 34.21.342-2003. K.: Association of Energy Enterprises. Sectoral Reserve Investment Fund for Energy Development [in Ukrainian].
  27. Recommendations for determining the maximum allowable values of the hydraulic structures state and operation indicators P-836-85. (1985). M.: Publishing House of the S.Ya. Zhuk Institute «Hydroproekt» [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.04.2019 року.