

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК З УРАХУВАННЯМ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ

Дмитрієв Д.А., к.т.н., старший науковий співробітник,
Кураш С.Ю.,

Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
dmitrievgts71@gmail.com
zuvsv2004@ukr.net

Анотація. При виконанні оцінки можливості будівництва об'єктів на ділянках, що розташовані біля рік та морів необхідно визначати розрахункові гідрологічні характеристики. Знаючи ці характеристики, можна найбільш раціонально визначити відмітки планування, будівельного нуля, глибини закладання підземних частин споруд та, при необхідності, визначити доцільність виконання заходів з інженерного захисту території. При визначенні розрахункових гідрологічних характеристик, слід враховувати техногенний вплив на їх можливу зміну в часі, який викликаний діяльністю людини. Якщо такий вплив існує на протязі тривалого часу, гідрогеологічні параметри можуть зазнавати значних змін. Не врахування таких змін може призвести до того, що при проектуванні нових об'єктів можуть бути прийняті не раціональні технічні рішення, що в свою чергу може призвести до зниження їх надійності. Врахування техногенного впливу є необхідним фактором при проектуванні.

Ключові слова: гідрологічні характеристики, забезпеченість спостережень, крива розподілу, повенева хвиля.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Дмитриев Д.А., к.т.н., старший научный сотрудник,
Кураш С.Ю.,

*Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт
строительных конструкций»*
dmitrievgts71@gmail.com
zuvsv2004@ukr.net

Аннотация. При выполнении оценки возможности строительства объектов на участках, расположенных возле рек и морей необходимо определять расчетные гидрологические характеристики. Зная эти характеристики, можно наиболее рационально определить отметки планировки, строительного нуля, глубины заложения подземных частей сооружений и, при необходимости, определить целесообразность выполнения мероприятий по инженерной защите территории. При определении расчетных гидрологических характеристик, следует учитывать техногенное влияние на их возможное изменение во времени, вызванное деятельностью человека. Если такое влияние происходит на протяжении длительного времени, гидрогеологические параметры могут претерпевать значительные изменения. Не учет таких изменений может привести к тому, что при проектировании новых объектов могут быть приняты не рациональные технические решения, что в свою очередь может привести к снижению их надежности. Учет техногенного воздействия является необходимым фактором при проектировании.

Ключевые слова: гидрологические характеристики, обеспеченность наблюдений, кривая распределения, паводковая волна.

FEATURES OF DETERMINATION OF THE MAIN HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS TAKING INTO ACCOUNT OF MAN-MADE IMPACT

Dmitriev D.A., Ph.D., Senior Researcher,
Kurash S.Y.,

The State Enterprise «State Research Institute of Building Constructions»
dmitrievgts71@gmail.com
zuvs2004@ukr.net

Abstract. Performing an evaluation of possibility of a building erection on the construction sites in the areas that are located near rivers and seas it is necessary to determine the design hydrological characteristics. Knowing those characteristics one can determine more efficient the mark planning, building zero depth of laying the underground parts of plants and, if necessary, to determine an expediency of the measures for engineering protection of the area. Under determining the design hydrological characteristics in is necessary to consider man-made impact on their possible change during time, that is caused by human activity. If such impact takes place for a long time, the hydrogeological parameters may undergo significant changes. Not taking into consideration these changes may lead to the fact that during design of the new facilities may be adopted unreasonable technical solutions, those in turn, may reduce the new objects reliability. Consideration of the man-made impact is an necessary factor in the design.

Key words: hydrological characteristics, variation of observations, distribution curve, flood wave.

Вступ. В нормативних документах, в тому числі в СНиП 2.01.14-83 [1], встановлені основні положення і вимоги щодо визначення розрахункових гідрологічних характеристик. Ці норми містять основні методи і схеми розрахунку середньорічних, максимальних витрат води і об'ємів стоку весняної повені і дощових паводків, гідрографів, внутрішньорічного розподілу стоку, відміток найбільших рівнів води річок і озер. Вони встановлюють загальні положення і вимоги до організації та порядку визначення розрахункових гідрологічних характеристик при проектуванні, реконструкції та технічному переобладнанні річкових гідротехнічних споруд всіх видів і класів наслідків (відповідальності), споруд меліоративних систем, систем водопостачання, планування та забудови населених пунктів, генеральних планів промислових і сільськогосподарських підприємств. Але при визначенні гідрологічних характеристик повинен бути врахований фактор техногенного впливу на величину характеристик, що визначається. При цьому слід зауважити, що техногенні впливи можуть мати не лише негативний характер.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Забезпеченість (ймовірність перевищення) розрахункових гідрологічних характеристик для кожного виду будівництва встановлюється нормативними документами в залежності від класу наслідків (відповідальності) споруд, що визначається у відповідності з ДБН В.1.2-14 [2] з уточненням для гідротехнічних споруд – за ДБН В.2.4-3 [3]. Визначення розрахункових гідрологічних характеристик слід виконувати по однорідним гідрологічним рядам. Воно повинно ґрунтуватися на даних гідрометеорологічних спостережень, опублікованих в офіційних документах в галузі гідрології, а також на даних спостережень, що знаходяться в архівах спеціалізованих підприємств, вишукувальних, проектних та інших організацій, включаючи і неопубліковані дані останніх років спостережень. При цьому необхідно вказати джерело, на основі якого отримана гідрологічна інформація, та провести оцінку достовірності і точності отриманих результатів. При відсутності даних інженерно-гідрометеорологічних спостережень для об'єкта проектування необхідно проводити гідрометеорологічні вишукування у відповідності з ДБН А.2.1-1 [4].

Мета та завдання. В 2016 р. визначалися рівні води в р. Дніпро при проходженні повені різної забезпеченості. Ця робота була викликана тим, що безпосередньо на березі річки Дніпро в місті Києві планується будівництво багатофункціонального житлового комплексу, якій буде складатися з паркінгів, багатоповерхових будинків з вбудовано-прибудованими приміщеннями.

Визначення рівня води в р. Дніпро необхідно для обґрунтування відміток планування території і глибини закладання підземних частин споруд. Територія забудови розташована у периферійній частині Придніпровської височини, в межах правобережної високої заплави долини р. Дніпро. Територія дослідження межує з високою терасою правого берега р. Дніпро, у підніжжі якої проходить залізнична лінія та Столичне шосе. Зі східної сторони територія примикає до р. Либідь та відвідного каналу.

На ділянці передбачається будівництво багатофункціонального житлового комплексу. Будинки не мають заглиблених частин. Фундаменти будинків – плитно-пальові. Вибір такого типу фундаментів обумовлений складними інженерно-геологічними, гідрогеологічними і гідрологічними умовами ділянки будівництва. Такий тип фундаментів дозволяє уникнути підтоплення та затоплення підземних частин споруд, що проєктуються в складі житлового комплексу.

Абсолютні відмітки поверхні землі в межах майданчика становлять 95,14...97,20 м. В геологічній будові приймають участь нерозчленовані верхньоплейстоценово-голоценові алювіальні ґрунти з прошарками та лінзами болотних, на обмеженій площі – породами київського горизонту середнього палеогену («київський мергель»), що частково збереглися від розмиву. Всі ці відклади залягають на поверхні порід буцацького горизонту середнього палеогену, які представлені пісками та супісками.

Підземні води приурочені до відкладів різного віку та генезису, зокрема: до голоценових алювіальних відкладів і до відкладів буцацького горизонту середнього палеогену. У зв'язку з відсутністю між вказаними горизонтами роздільних вододільних шарів горизонти створюють єдиний водоносний комплекс. Його живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів та підпору водами р. Дніпро та р. Либідь у період повені. Крім того, можливе живлення підземних вод у разі витoku води із відвідного каналу.

Режим водоносного комплексу непостійний, залежить від кількості атмосферних опадів та сезону року. Підземні води дрeнуються р. Дніпро на протязі усього року, за винятком весняної повені. Ухил підземних вод направлений у бік русла р. Дніпро та р. Либідь. Абсолютні відмітки рівні в Дніпрі на протязі року коливаються в межах 91,3...91,6 м. Водопор водоносного комплексу на глибину буріння не розкритий. У період вишукувань підземні води зафіксовані на глибинах від 2,7 до 4,4 м.

Територія вишукувань відноситься до підтопленої. Підйом рівня при повені 1 %-ного забезпечення можливий до 4,0...5,0 м від зафіксованого при вишукуваннях.

Так як ділянка дослідження розташована в заплаві р. Дніпро та характеризується високим рівнем підземних вод, імовірним є підтоплення території.

Дані по гідрологічним умовам м. Києва біля р. Дніпро були отримані з відкритих джерел інформації (дані Українського Гідрометцентру). Максимальні рівні води розрахункових ймовірностей перевищення були визначені на основі багаторічних даних стаціонарних гідрогеологічних спостережень на водпосту «Київ».

Ділянка проєктування розташована на правому березі р. Дніпро на відстані біля 874 км від гирла. Площа водозбору річки становить 328 тис. км². Природний гідрогеологічний режим Дніпра в районі Києва порушений чинниками техногенного характеру і залежить від умов експлуатації Київського і Канівського водосховищ. Стік річки зарегульований з 1964 року, коли розпочалося заповнення Київського водосховища. В результаті якого відбулося зменшення сезонних змін рівнів і водночас збільшення внутрішньодобових коливань.

Створення Київського водосховища обумовило зрізання повеневих піків і значний перерозподіл внутрішньо річного стоку річки. В результаті зарегулювання, останні десятиріччя розподіл стоку Дніпра поблизу місця став більш рівномірним, ніж раніше. Протягом року найбільша водність річки спостерігається у квітні-травні, найменша у серпні-лютому. Взимку водосховище частково спрацьовується. Навесні, коли на річці спостерігається найбільша водність, іде заповнення водосховища. Дані про найвищі паводки в районі Києва (за матеріалами спостережень на водпосту Київ) представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики максимальних витрат і рівнів води в р. Дніпро (ГС Київ)

Рік	Максимальна витрата води, куб.м/с	Максимальний рівень води, м БС
1931	23100	97,64
1970	18500	96,80
1979	10500	95,39
2004	5100	93,62
2010	51300	93,30

Рівень води в р. Дніпро в районі Києва за відсутності паводків визначається підпором Канівської ГЕС, для якої нормальний підпірний рівень (НПР) складає 91,5 м.

Максимальний рівень води у м. Києві спостерігався 2 травня 1931 р. і становив 97,64 м. Зазначена повінь спричинила затоплення частини місця, зокрема Подолу. Однак після введення в дію Київського та Канівського гідровузлів рівень води в р. Дніпро не підіймався вище відмітки 95,39 м.

Канівське водосховище, яке почало заповнюватися восени 1972 р., спричинило підвищення рівня води поблизу місця на 1,6...1,7 м. У середніх умовах абсолютний рівень води становить 91,7...92,0 м. За період заповнення Канівського водосховища (з 1976 р) найвищий рівень спостерігався під час весняної повені в 1979 р. і становив 95,39 м. Найнижчий рівень з максимальних спостерігався в 2002 р. і становив 91,64 м. Амплітуда коливань максимальних рівнів за період експлуатації Канівського водосховища становила 3,75 м.

Підйом рівня спричинив деяке збільшення ширини річки. Ширина головного русла Дніпра в центральній частині міста (поблизу мосту Метро) становить 600...610 м, характерна максимальна глибина – 5...6 м. На окремих ділянках глибина сягає 10 м.

Перепад рівнів води вниз за течією від нижнього б'єфу Київської ГЕС тим більше, ніж вище паводок. Для припливу паводку 1970 р. перепад склав більше 2,5 м. Похили кривої поздовжньої поверхні річки (кривої підпору) зростають із збільшенням витрат і зростанням гідравлічного опору потоку в різких звуженнях – в створах мостів, островів, наливних кіс.

Матеріали спостережень за рівнями води р. Дніпро за період з 1877 р. до даного часу опубліковані в офіційних документах Держгидромету, а також наведені в архівних матеріалах Центральної геофізичної лабораторії. Рівні води в р. Дніпро різної забезпеченості визначалися різними організаціями, при цьому отримані результати не завжди співпадають. Це викликано тим, що в розрахунках приймалися результати спостережень за різні періоди часу. Найчастіше приводяться дані про те, що максимальний рівень води 1 % забезпеченості в створі водпоста становить 97,50 м.

Результати досліджень. Так як в 1970-х роках була введена в дію Канівська ГЕС ділянка р. Дніпро біля Києва стала зарегульованою. Рівневий режим на цій ділянці на даний час залежить від сумісної роботи Київської та Канівської ГЕС. Київська ГЕС виконує сезонне регулювання, а Канівська ГЕС – добове та тижневе. Після того як відбулося введення в експлуатацію Канівської ГЕС і початку роботи її роботи в єдиній системи гідровузлів Дніпровського каскаду відбулася зміна гідрологічних та гідрогеологічних умов біля м. Києва, в тому числі відбулося суттєве зрізання повеневих піків. Тому для визначання рівнів води в Дніпрі різної забезпеченості слід використовувати результати гідрологічних спостережень за період після 1970 р. Для району розташування м. Київ слід використовувати результати спостережень не менше ніж за 30 років. Був виконаний розрахунок з уточнення рівнів води в р. Дніпро різної забезпеченості. При будівництві графіка забезпеченості (емпірична крива) рівнів води в р. Дніпро використовувалися результати спостережень за 43 роки за час існування Київського і Канівського водосховища.

Визначення розрахункових гідрологічних характеристик виконується у відповідності до вимог СНиП 2.01.14-83 [1] і базується на даних гідрогеологічних спостережень. В якості критерію при визначенні величини гідрологічної характеристики для кожного виду будівництва приймається вірогідність перевищення (забезпеченість) цієї величини, яка встановлюється відповідними документами.

Для визначення рівнів весняних повеневих рівнів слід по даних багаторічних спостережень побудувати біноміальну асиметричну криву розподілу. Для побудови кривої слід визначити: норму максимального рівня води H_0 , коефіцієнт варіації C_v , коефіцієнт асиметрії C_s .

Коефіцієнт варіації (C_s) характеризує змінність ряду величин, що спостерігаються, відносно норми, тобто в даному випадку максимальних річних рівнів води в річці. Коефіцієнт варіації максимальних рівнів при наявності даних спостережень рекомендується визначати одним з способів в залежності від очікуваної величини коефіцієнта змінності ряду. При $C_v \leq 0,5$ використовується метод моментів. При більшій різниці ряду ($C_v > 0,5$), що характерно для річок районів де є засуха, коефіцієнт варіації визначається методами найбільшої правдоподібності. Коефіцієнт асиметрії C_s , характеризує відносну величину несиметричності в розподілі максимальних рівнів річки ряду.

Відносна середньоквадратична похибка складає 10 %, що свідчить про достатність обраного періоду спостережень. Забезпеченість спостережень величини максимального рівня води в річці визначається за формулою (1):

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\%, \quad (1),$$

де P – забезпеченість спостережень величина максимального рівня, що спостерігається;
 m – порядковий номер члена ряду величин, що спостерігаються.

Результати визначення ординат забезпеченості максимальних рівнів води в р. Дніпро наведені в таблиці 2.

За результатами розрахунку норма максимальних рівнів складає $H_0=93,21$ м. Для контролю розрахунків сума значень отриманих в стовбці 3 таблиці 2 повинна бути рівною або близькою до числа членів ряду – умова виконується. Для контролю розрахунків сума значень отриманих в стовбці 4 таблиці 2 повинна бути рівною або близьким до нуля – умова виконується.

Для визначення значень рівнів води при проходженні повеневих витрат різної забезпеченості була побудована аналітична крива забезпеченості, для побудови якої використані нормовані відхилення від середнього значення біноміальної кривої вірогідності. Значення відхилень ординат біноміальної кривої забезпеченості від середнього значення рівня води в р. Дніпро приймаються у відповідності до таблиць наведених в нормативній і технічній літературі [5]. Емпірична та аналітична криві наведені на рисунку 1.

Аналіз графіка дозволив уточнити дані, щодо максимальних повеневих рівнів води в р. Дніпро на ділянці розташування гідропосту біля мосту Метро. Визначені максимальні рівні води, характерних ймовірностей перевищення для цієї ділянки, які склали: $H_{1\%}=97,11$ м; $H_{3\%}=95,70$ м; $H_{5\%}=95,02$ м; $H_{50\%}=93,10$ м.

Було виконано розрахунок з визначення максимальних рівнів води весняної повені на ділянці проектування. Ділянка знаходиться на відстані 3,5 км нижче за течією від Південного мосту. Рівень води в р. Дніпро розрахункових ймовірностей перевищення в створі ділянки проектування визначений шляхом розрахунку трансформації повеневої хвилі від гідрологічного посту «Київ», що розташований в районі мосту Метро. Відстань від створу моста Метро до створу ділянки проектування становить 9,58 км.

У відповідності з результатами моделювання трансформації хвилі весняної повені в Дніпрі падіння рівня води при повені 1% ймовірності перевищення максимальних рівнів на ділянці «міст Метро – Південний міст» становить 0,58 м. На ділянці «Південний міст – створ між селами П'ятихатки і Осокорки» (2,15 км від Південного мосту) падіння становить 0,21 м, а на ділянці між створами П'ятихатки і Осокорки та Чапаївка – Бортничі (6,15 км від Південного мосту) дорівнює 0,22 м.

З врахуванням відстані від Південного мосту до розрахункового створу – 3,5 км, шляхом інтерполяції рівнів води в зазначених створах визначено, що рівень води на ділянці проектування при проходженні повені забезпеченістю 1% становить 96,2 м.

Тому при розробці заходів з інженерного захисту території будівництва від затоплення слід використовувати отриманий в розрахунках для ділянки будівництва рівень води в р. Дніпро 1%-ї забезпеченості, якій складає 96,2 м.

Згідно вимог ДБН 360-92** [6] при розробці проектів планування і забудови міських і сільських поселень слід передбачати, за необхідності, заходи з інженерної підготовки території.

Території поселень, розміщені на прибережних ділянках, повинні бути захищені від затоплення паводковими водами, вітрових нагонів води і підтоплення ґрунтовими водами підсипанням (намиванням) або обвалуванням.

Таблиця 2 – Результати визначення ординат забезпеченості максимальних рівнів води

№, п/п	Рівень води у порядку зменшення Н, м	Модульний коефіцієнт k_i	k_i-1	$(k_i-1)^2$	P%
1	96,80	1,0501193	0,050119	0,0025119	2,32558
2	95,39	1,023388	0,023388	0,000547	4,65116
3	93,99	1,0083682	0,008368	7,003E-05	6,97674
4	93,94	1,0078318	0,007832	6,134E-05	9,30233
5	93,85	1,0068662	0,006866	4,714E-05	11,6279
6	93,84	1,0067589	0,006759	4,568E-05	13,9535
7	93,81	1,0064371	0,006437	4,144E-05	16,2791
8	93,68	1,0050424	0,005042	2,543E-05	18,6047
9	93,68	1,0050424	0,005042	2,543E-05	20,9302
10	93,64	1,0046132	0,004613	2,128E-05	23,2558
11	93,62	1,0043987	0,004399	1,935E-05	25,5814
12	93,57	1,0038622	0,003862	1,492E-05	27,907
13	93,5	1,0031113	0,003111	9,68E-06	30,2326
14	93,47	1,0027894	0,002789	7,781E-06	32,5581
15	93,44	1,0024675	0,002468	6,089E-06	34,8837
16	93,42	1,002253	0,002253	5,076E-06	37,2093
17	93,4	1,0020384	0,002038	4,155E-06	39,5349
18	93,38	1,0018238	0,001824	3,326E-06	41,8605
19	93,3	1,0009656	0,000966	9,323E-07	44,186
20	93,11	0,9989272	-0,001073	1,151E-06	46,5116
21	93,1	0,9988199	-0,00118	1,393E-06	48,8372
22	93,08	0,9986053	-0,001395	1,945E-06	51,1628
23	93	0,997747	-0,002253	5,076E-06	53,4884
24	92,92	0,9968887	-0,003111	9,68E-06	55,814
25	92,87	0,9963523	-0,003648	1,331E-05	58,1395
26	92,85	0,9961378	-0,003862	1,492E-05	60,4651
27	92,82	0,9958159	-0,004184	1,751E-05	62,7907
28	92,81	0,9957086	-0,004291	1,842E-05	65,1163
29	92,72	0,9947431	-0,005257	2,764E-05	67,4419
30	92,69	0,9944212	-0,005579	3,112E-05	69,7674
31	92,64	0,9938848	-0,006115	3,74E-05	72,093
32	92,61	0,9935629	-0,006437	4,144E-05	74,4186
33	92,59	0,9933484	-0,006652	4,424E-05	76,7442
34	92,57	0,9931338	-0,006866	4,714E-05	79,0698
35	92,56	0,9930265	-0,006974	4,863E-05	81,3953
36	92,54	0,9928119	-0,007188	5,167E-05	83,7209
37	92,52	0,9925974	-0,007403	5,48E-05	86,0465
38	92,46	0,9919537	-0,008046	6,474E-05	88,3721
39	92,45	0,9918464	-0,008154	6,648E-05	90,6977
40	92,43	0,9916318	-0,008368	7,003E-05	93,0233
41	92,41	0,9914172	-0,008583	7,366E-05	95,3488
42	92,38	0,9910954	-0,008905	7,929E-05	97,6744
Ср.	93,21				
Σ		43	0,00	0,0044	

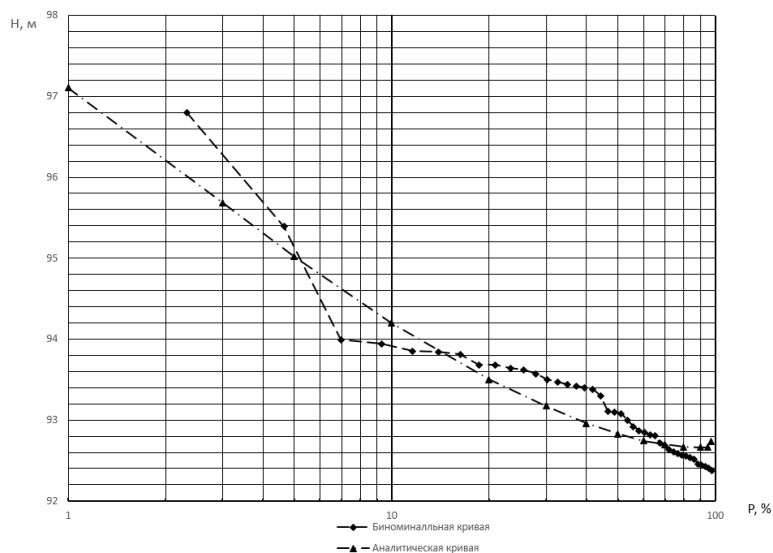


Рис. 1. Графік забезпеченості рівнів води в р. Дніпро на ділянці гідропосту Дніпро

Відмітку бровки території, яку підсипають приймають не менше ніж на 0,5 м вище від розрахункового горизонту високих вод. Перевищення відміток поверхні території над розрахунковим рівнем встановлюють залежно від класу наслідків (відповідальності) споруди. За розрахунковий горизонт високих вод приймають відмітку найвищого рівня води повторюваністю один раз у 100 років – для територій забудованих, або таких, що підлягають забудові житловими і громадськими будинками. Згідно вимог [6] рекомендується виконати підсипання території на 0,5 м від рівня води забезпеченістю 1% до відмітки 96,7 м.

Варіант з влаштуванням дамб обвалування для захисту ділянки від затоплення не розглядався, так як їх будівництво призведе до значних додаткових витрат при незначному ефекті. Враховуючи наявність в основі потужного шару піщаних ґрунтів зі значними коефіцієнтами фільтрації, в основі дамби буде відбуватися фільтрація води з боку більш високих відміток до більш низьких. Тобто при високому рівні стояння води в Дніпрі фільтрація в ґрунтах основи буде відбуватися в бік будівельного майданчика. В таких умовах (в їх основі слід передбачати протифільтраційні пристрої).

Висновки. За результатами виконаних розрахунків було виконано уточнення максимальних повенеких рівнів води в р. Дніпро на ділянці розташування гідропосту біля мосту Метод та в районі ділянки будівництва, а також надані рекомендації щодо визначення оптимальної відмітки планування території майбутньої забудови.

Література

1. СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985. – 47 с.
2. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Зміна 1. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. – 28 с.
3. ДБН В.2.4-3:2010 Гідротехнічні споруди. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 37 с.
4. ДБН А.2.1-1 – 2008 Інженерні вишукування для будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 72 с.
5. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.
6. ДБН 360-92** Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень. – К: Держбуд України, 2016. – 136 с.

Стаття надійшла 27.04.2017