



# Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології: деякі питання сучасності та підготовки фахівців

*Олексій Рязанцев,*

кандидат технічних наук, доцент,

*Віктор Шилін,*

кандидат технічних наук, доцент,

Харківський національний університет будівництва та архітектури

*Земля є основним національним багатством,  
що перебуває під особливою охороною держави.*

*(Стаття 1. Глава 1. Роздел 1.  
Земельный кодекс України)*

*«Вода! У тебе нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха.  
Тебя не опишешь, тобой наслаждаешься,  
не понимая, что ты такое.  
Ты не просто необходима для жизни, ты и есть  
жизнь»*

*Антуан де Сент-Экзюпери*



станніми роками усі ми є постійними свідками суттєвих змін в світі, суспільстві та державі. Не минула змін й освіта. Сучасні тенденції розвитку суспільства та технологій спонукало шукати нові підходи та прийоми у галузі підготовки майбутніх фахівців. Ті здобувачі вищої освіти, які зараз навчаються у вишах, через кілька років набувши певного досвіду роботи, стануть фахівцями, проекти та рішення яких докорінно змінять на краще подальше життя в країні та світі. Багато проблем сьогодення, які потребують негайного розв'язання, можуть затуляти більш масштабні проблеми майбутнього, вирішення яких відкладаються на потім — на нащадків. Але ці нащадки

повинні бути в змозі розв'язати задачі, що постануть перед ними.

Людство не може обходитись без води як ресурсу. Незважаючи на те, що вода є найпоширенішою речовиною на Землі, вона розподілена дуже нерівномірно. Людина використовує воду не тільки для пиття та задоволення побутових потреб. Більше половини усієї прісної води витрачається на зрошення полів, значну частку води забирає промисловість. Багато регіонів Землі відчувають нестачу прісної води. Тому непростою є задача оптимального її розподілення між водоспоживачами та раціонального використання в різних регіонах та територіях.

Земля є важливим ресурсом. З таким твердженням погодиться, безумовно, кожний з нас, але кожен розуміє цю цінність по-своєму: для когось земля — це життєвий простір, для когось — ділянка під будівництво, джерело сільгосппродукції, а для когось й багатства. Тим більша її цінність, чим більше масштаби. Але без раціонального використання земель, яке є важливим аспектом землекористування, неможливе їх збереження.

**Г**ідротехніка є об'єднуючим та розмежувальним моментом на стику таких факторів, як вода, земля та люди зі своїми потребами у воді, землі та енергії. Останні сто років людство інтенсивно змінювало оточуюче середовище під свої потреби, в тому числі й водні об'єкти, зводячи гідроелектростанції — для задоволення потреби в енергії, водосховища та канали — для постачання води у мало-водні регіони, зрошення богарних земель, забезпечення водою населених пунктів та промислових підприємств. Як відомо, гідротехнічні споруди відрізняються від інших об'єктів, які зводить людина, своєю значною дією на оточуюче середовище. Вони змінюють не тільки гідрологічний режим ріки та ґрунтових вод, але також затоплюють значні території суши, викликають змінення клімату, флори та фауни. Ряд водосховищ через їх значні розміри називають морями (наприклад Київське, Каховське).

Гідроенергетика дає можливість отримувати дешеву електроенергію, але на сьогодні вона не є єдиною альтернативою тепловій та атомній енергіям. Збільшення числа мешканців планети, змінення клімату, наявні земельні ресурси та їх стан спонукають інакше дивитись на можливість використання енергії води. Особливо це стосується рівнинних територій, де для отримання потрібного напору ГЕС водосховища, які створюються, поглинають значні площі орних земель, лісних угідь та територій, придатних для життя та господарської діяльності людини. До речі, й дешевизна кіловата енергії, що виробляється гідроелектростанція-

ми, в багатьох випадках виявляється знівельованою суттєвими капітальними затратами на будівництво та «побічними ефектами», такими як затоплення великих територій водосховищами, які утворюються греблями ГЕС. Греблі та водосховища спричиняють зміни навколишнього середовища та призводять до його змін [1].

Прагнення отримати від однієї ріки як найбільшого призвело до появи таких комплексів, як каскади гідровузлів, які розташовуються послідовно і перетворюють ріку на низку водойм — водосховищ. При цьому ріка як така або припиняє існування, або її режим докорінно змінюється. В якості приклада звернемо увагу на Дніпровський каскад.

Останніми роками все частіше згадується Дніпровський каскад як об'єкт інфраструктури, що вичерпав себе й на теперішній час не дає ніякої користі. Дніпровський каскад з його шістьма ГЕС порівнюють з найбільшими гідроенергетичними об'єктами світу (див. таблицю). Для порівняння ГЕС «Три ущелини» на річці Янцзи у Китаї, яка у 10 разів потужніше усіх ГЕС Дніпровського каскаду, задовольняється водосховищами, площа яких складає лише 9 % від площі дніпровських «морів». При цьому вклад дніпровських ГЕС до загальної кількості виробленої в Україні електроенергії — лише 5 %! Ці цифри є дуже показовими, що говорять не на користь функціонування гігантського, але малопродуктивного комплексу гідротехнічних споруд. Є ще багато недоліків каскаду: мілина водосховищ, зменшення швидкості течії води, відсутність рибопропускних споруд і т. ін.

Порівняння не на користь Дніпра — питомий обсяг Кват на площу затоплених територій суттєво менший ніж у опонентів. Крім того, близько 20 % сумарного об'єму водосховищ — це водойми з глибиною менше 2 м — що є марнотратним відношенням до землі.

Показник	Дніпровський каскад	Три ущелини	Итайпу
Встановлена потужність ГЭС, МВт	3757,4 (6 ГЕС)	22 500	14 000
Об'єм водосховищ, км <sup>3</sup>	43,8	39,3	29
Затоплена площа, км <sup>2</sup>	6 979	1 045	1350

Однак не слід оцінювати Дніпровський каскад тільки з точки зору енергетики, оскільки водосховища виконують ще й регулятивну функцію захищаючи території від затоплення. Але це один бік медалі, інший — ті ж водосховища за рахунок зміни рівня ґрунтових вод викликають підтоплення прилеглих земель та територій, значно віддалених від водосховищ.

Зарегульовані ріки не мають тієї здатності до самоочищення, що була притаманна їм раніше, та не можуть впоратись з тією кількістю забруднень, що до них потрапляє. Ситуацію ускладнює незадовільний стан (або взагалі відсутність) очисних споруд у ряді населених пунктів.

Потреба розв'язання зазначених проблем спонукала до прийняття організаційних системних рішень.

**У** 2015 р. Кабінетом Міністрів України було здійснено перехід до укрупненого переліку галузей знань і спеціальностей, що відповідає світовій практиці [2]. Даний перехід гармонізував український Перелік з переліками, що діють в країнах Європи та світу, що дозволило спростити процедури визнання дипломів та створення програм подвійних дипломів у співпраці українських університетів з міжнародними партнерами. Водночас, Перелік потребував змін та доповнення, що, власне, й було здійснено відносно деяких спеціальностей.

Тому у 2016 р. була відкрита спеціальність «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», яка об'єднала в собі «гідротехнічне будівництво» з «водними технологіями та водною інженерією» (до недавнього часу спеціальність «Гідротехнічне будівництво» входила до напрямку «Будівництво»

і окремо існував напрямок підготовки «Водні ресурси (гідротехніка)»). Для неї з цього року почав діяти Стандарт вищої освіти першого (бакалаврського) рівня підготовки фахівців галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», розроблений та затверджений Міністерством освіти та науки України, в якому зазначені такі фахові компетентності та результати навчання [3]:

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

ФК1. Здатність застосовувати фізико-математичний апарат, теоретичні, розрахункові та експериментальні методи і моделі досліджень у сфері професійної діяльності.

ФК2. Здатність застосовувати у професійній діяльності досягнення науки, інноваційні та комп'ютерні технології, сучасні машини, обладнання, матеріали і конструкції.

ФК3. Здатність використовувати геодезичні прилади та картографічні матеріали при проектуванні, винесенні проектів в натуру і проведенні інструментального контролю якості при зведенні та реконструкції об'єктів професійної діяльності.

ФК4. Здатність оцінювати потреби споживачів у водних ресурсах та антропогенного навантаження на водні об'єкти.

ФК5. Здатність виконувати інженерні розрахунки параметрів водних потоків та конструктивних елементів об'єктів професійної діяльності.

ФК6. Здатність ефективно використовувати сучасні будівельні матеріали, вибори і конструкції у водній інженерії при проектуванні, зведенні та реконструкції об'єктів професійної діяльності.

ФК7. Здатність розроблювати ландшафтно-планувальні та конструктивні рішення об'єктів.

ФК8. Здатність визначати та оцінювати навантаження і напружено-деформовані стани ґрунтових основ та інженерних споруд.

ФК9. Здатність здійснювати інженерні вишукування, розрахунки та проектування об'єктів професійної діяльності.

ФК10. Здатність розробляти технологічні процеси виконання будівельних робіт з їх реалізацією у будівельному виробництві сучасними способами та засобами.

ФК11. Здатність оцінювати існуючу сировинну та виробничу базу будівельної індустрії та здійснювати розрахунки їх потреби.

ФК12. Здатність розробляти інженерні та організаційні заходи щодо забезпечення доброго стану масивів поверхневих і ґрунтових вод на основі сучасних систем

Нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти, сформульований у термінах результатів навчання

РН1. Формулювати задачі з вирішення проблемних ситуацій у професійній та/або академічній діяльності.

РН2. Визначати шляхи розв'язання інженерно-технічних задач у професійній діяльності, аргументовано інтерпретувати їх результати.

РН3. Виконувати експериментальні дослідження руху водних потоків, оцінювати і аргументувати значимість їх результатів при проектуванні об'єктів професійної діяльності.

РН4. Описувати будову об'єктів професійної діяльності, пояснювати їх призначення, принципи та режими роботи.

РН5. Знати технологічні процеси виготовлення та області застосування будівельних матеріалів, виробів та конструкцій.

РН6. Визначати і враховувати кліматичні, інженерно-геологічні, гідрологічні, гідрологічні та екологічні особливості територій при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів професійної діяльності.

РН7. Виконувати інженерні розрахунки ґрунтових основ та конструкцій об'єктів професійної діяльності.

РН8. Розв'язувати якісні та кількісні задачі з видобування, підготовки та розподілу води, очищення та відведення стічних вод.

РН9. Знаходити оптимальні інженерні рішення при виборі водних технологій, конструкцій об'єктів, енергоощадних заходів у сфері професійної діяльності.

РН10. Використовувати сучасні інформаційні технології при проектуванні, будівництві та експлуатації об'єктів професійної діяльності.

РН11. Виконувати техніко-економічне обґрунтування конструктивних рішень, інженерних заходів, технологічних процесів.

РН12. Організовувати та управляти технологічними процесами будівництва, експлуатації, ремонту й реконструкції об'єктів професійної діяльності, згідно з вимогами охорони праці, безпеки життєдіяльності та захисту довкілля.

РН13. Здійснювати технічну експлуатацію, обстеження, нагляд та догляд за станом об'єктів професійної діяльності.

РН14. Визначати заходи з раціонального використання, охорони та відтворення водних і земельних ресурсів, поліпшення гідрологічного та екологічного стану масивів поверхневих і ґрунтових вод, природних ландшафтів.

РН15. Здійснювати гідрологічні, гідравлічні та гідротехнічні розрахунки з використанням сучасних програмних комплексів та спеціалізованих баз даних.

РН16. Виявляти, узагальнювати та вирішувати проблеми, що виникають у процесі професійної діяльності, відповідати за роботу, що виконується.

РН17. Оцінювати екологічні наслідки техногенної діяльності з дотриманням правових та соціальних норм.

РН18. Застосовувати технічні регламенти та правові норми при експлуатації гідротехнічних об'єктів.

РН19. Визначати показники природних та техногенних умов території, об'єкту, робочої зони, а також будівельних матеріалів та якості готової продукції із застосуванням спеціалізованих інструментів, приладів та обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України.



Компетентності та результати навчання, які зазначені у Стандарті, охоплюють усі можливі аспекти професійної діяльності майбутнього фахівця-гідротехніка. Однак остаточно це визначається набором компонентів освітньої програми.

У фаховій компетентності ФК4 зазначено: «Здатність оцінювати потреби споживачів у водних ресурсах та антропогенного навантаження на водні об'єкти». Але, на нашу думку, слід розуміти антропогенне навантаження у більш широкому сенсі, тобто враховувати вплив на навколишнє середовище в цілому, включно із зміненням стану земель, змінення клімату, флори та фауни. Багато наслідків будівництва гідротехнічних об'єктів можуть стати помітними та суттєвими лише після певного періоду часу їх використання та експлуатації, економічні переваги будівництва у теперішньому обертаються катастрофічними наслідками у майбутньому. Звісно, не завжди є можливість усе передбачити заздалегідь. Але потрібно більше уваги приділяти не лише наявним техніко-економічним показникам, а й можливим наслідкам. Крупні гідровузли є об'єктами підвищеної небезпеки з огляду на те, що наслідки їх руйнування або порушення нормальної роботи призводять до значних негативних наслідків. Це потребує при їх експлуатації дотримання відповідних правил безпеки та охорони при постійному контролі за навколишнім середовищем.

**Г**еред сучасних термінів поки що не дуже часто зустрічається нове словосполучення «міська гідротехніка». Проте все частіше доводиться фіксувати випадки затоплення та підтоплення урбанізованих територій. І це відбувається не тільки через неналежну експлуатацію систем водовідведення та їх незадовільний стан. Вирішити подібні проблеми неможливо простим збільшенням, це потребує концептуально інших підходів. Можливим прикладом розв'язання зазначених проблем та забезпечення набуття компетентностей ФК6, ФК7, які пов'язані з більш ефективним вико-

ристанням наявних споруд та їх реконструкції, пошуком нових креативних рішень сучасних питань у водній інженерії, є досить багато робіт, які опубліковані в останній час, наприклад [4].

Звісно неможливо за відведений проміжок часу підготовки бакалавра (магістра) виховати фахівця, який здатен передбачити усе. Головним завданням є формування фахівця, який здатен оцінити можливі наслідки та ризики, яким чином будь-яке рішення відгукнеться у всіх спільних сферах життя. Так, для забезпечення набуття певних компетентностей здобувачами вищої освіти будь-якої технічної спеціальності потрібно приділяти значну увагу міждисциплінарним зв'язкам [5].

**К**рім того, принципово змінюються підходи до розв'язання існуючих задач. Останнім часом все більше «голосів» ми чуємо за відмову від гігантських споруд, незважаючи на те, що у випадку крупних ГЕС ціна кіловата енергії менша. Проте капітальні затрати, ризики та можливі негативні наслідки надто великі. Тому більше уваги слід приділяти будівництву малих об'єктів гідротехніки та гідроенергетики, реконструкції та перебудові існуючих, особливо ті, що майже вичерпали строки експлуатації.

Уряди Європи та США поступово відмовляються від використання крупних гідроелектростанцій, оскільки ті спричиняють значну шкоду екології та економічно недоцільні, як стверджують американські вчені. В ряді країн йдуть шляхом ліквідації існуючих водосховищ, які осушують та рекультивують (так США за 50 років вивели з експлуатації понад 250 нерентабельних ГЕС). Однак це не завжди є можливим. За роки існування створених водосховищ змінюються режими рік та ґрунтових вод, змінюється флора та фауна — навколишнє середовище приходить до нового стану рівноваги й спроба повернути все до стану «як було» до створення штучної водойми може привести до ще гірших наслідків, ніж створення водосховища.

Як вже зазначалось, гідроенергетика не є єдиною альтернативною тепловою та атомній енергетиці. Все більше знаходять застосування енергогенеруючі установки, які використовують енергію вітру та сонця. Альтернативним рішенням проблеми регулювання стока може стати, наприклад, застосування ловильних водосховищ [6], які можуть бути розташовані на значній площі водозбору, а головне — розташовані на невіддях. Водосховища того ж Дніпровського каскаду також є джерелами систем водопостачання та зрошення. Потреби споживачів у водних ресурсах — це також сфера діяльності фахівця спеціальності «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» — можуть бути знижені за рахунок впровадження новітніх досягнень науки та технологій у даній спеціальності. Тому підходи до розв'язання існуючих проблем повинні враховувати усі позитивні та негативні сторони, отриманий ефект та можливі наслідки.

З огляду на все згадане, можна зробити висновок, що майбутні фахівці, які обериуть для себе підготовку за спеціальністю 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології», знайдуть безліч можливостей для застосування набутих компетентностей, навичок та знань як в Україні, так й за її межами.

## Література:

1. *Гидроэнергетика и окружающая среда*; под общ. ред. Ю. Ландау и Л.А. Си-ренко. К. : Либра, 2004. 484 с.
2. *Наказ МОН України від 06.11.2015 № 1151 «Про особливості запровадження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти»*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://old.mon.gov.ua/files/normative/2016-01-18/4636/nmo-1151>.
3. *Стандарт вищої освіти першого (бакалаврського) рівня підготовки фахівців галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології*. Стандарт затверджено та введено в дію Наказом МОН України від 04.03.2020 р. № 374.
4. *Ткачук С.Г., Жук В.М.* Регулювання дощового стоку в системах водовідведення: монографія. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. 216 с.
5. *Онята Ю.О.* Деякі аспекти вдосконалення методики викладання технічних дисциплін. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj8jue226npAhUFXpoKHfQUdMQQFjAiegQICRAB&url=http%3A%2F%2Fspace.ltsu.org%2Fbitstream%2F123456789%2F3087%2F2%2FSerdukova1.pdf&usg=AOvVaw3tfWFKMWOEk4UU4xCEG9DD>
6. *Водохранилища — «ловушки» для защиты от наводнений* // Наука и жизнь. 2020. №4.

13.05.2020

Відомості про авторів

Рязанцев Олексій Іванович — кандидат технічних наук, доцент кафедри водопостачання, каналізації і гідравліки; Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна; ORCID; Scopus; GoogleScholar

Шилін Віктор Володимирович — кандидат технічних наук, доцент, декан санітарно-технічного факультету, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Україна; ORCID; Scopus; GoogleScholar