

УДК 378. 371: 53
DOI 10.31494/2412-9208-2021-1-1-303-310

**INNOVATIVE BUILDING TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL
PROCESS OF PHYSICS IN HIGHER BUILDING EDUCATION
INSTITUTIONS**

**ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА В ОСВІТНЬОМУ
ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ОСВІТИ**

Tetiana PETRUNOK,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

Тетяна ПЕТРУНЬОК,
кандидат педагогічних наук,
доцент

petrunok.tb@knuba.edu.ua

<http://orcid.org/0000-0002-3261-3296>

*Kyiv National University of
Construction i architecture*

*Київський національний
університет будівництва і
архітектури*

✉ 31, Povitroflotsky Avenue
Ukraine, Kyiv 03037

✉ Україна, м. Київ,
Повітрофлотський проспект 31,
03037

Ludmila BLAGODARENKO,
Doctor of pedagogical Sciences,
Professor

Людмила БЛАГОДАРЕНКО,
доктор педагогічних наук,
професор

kzf@ukr.net

*National Pedagogical Dragomanov
University,*

*Національний педагогічний
університет
імені М.П. Драгоманова*

✉ 9, Pyrohova St.,
Ukraine, Kyiv 01601

✉ Україна, м. Київ, вул. Пирогова
9, 01601

Original manuscript received: February 17, 2021

Revised manuscript accepted: April 15, 2021

ABSTRACT

The article considers the issue of improving the content of the discipline "Physics" in the training of future specialists in construction and civil engineering, taking into account the innovative processes occurring in construction. It is emphasized that new scientific technologies are increasingly integrated into construction and become the most popular, which necessitates qualitative changes in the training of specialists and their preparation for use in professional activities of the most advanced construction technologies from the first stages of higher education. It is determined that the main condition for the effective implementation of the latest technologies is to ensure a high level of qualification of all workers in the construction industry. It is emphasized that at the present stage of development of the construction industry the professional training of civil engineers is filled with new content and an important place in it is occupied by acquaintance of future specialists with the basics of the latest construction technologies. At the same time, it is noted that now there is a situation when due to the rapid progress of the construction industry, the training of specialists of a qualitatively new level does not keep up with the demand for them, which is growing steadily. It is noted that the globalization processes taking place in the world and lead to the fact that they lead to the inevitable integration of the

construction industry of Ukraine in the world have a significant impact on the training of specialists. The necessity of revision of training programs for future civil engineers and improvement and deepening of their content through the introduction of information about the latest construction technologies is proved.

Key words: *educational process in physics, innovative construction technologies, professional training of civil engineers.*

Сучасна будівельна галузь використовує велику кількість інноваційних технологій, які максимально затребувані у виробництві. З кожним роком нові наукові технології все більшою мірою інтегруються в будівництво, що дозволяє реалізовувати проекти, які ще кілька років тому сприймалися як фантастичні. На ринку праці існує безліч розвинених інжинірингових компаній, що постійно впроваджують нові будівельні технології, розвивають матеріально-технічну базу та пропонують повний спектр послуг таких, як:

– проектування, модернізація, будівництво базових станцій, контролерів, комутаторів, антенних постів;

– виконання повного комплексу внутрішнього та зовнішнього електропостачання виробничих, побутових підприємств;

– установку горизонтально-направленого буріння, автокранів, автогідропідйомників, екскаваторів, самосвалів;

– виконання геодезичних робіт, прокладання інженерних мереж (водопроводів, каналізації, телекомунікації, відеонагляду, охоронно-пожежної сигналізації) і т. д. Очевидно, що для оперативного та якісного вирішення поставлених перед компанією задач має працювати штат кваліфікованих інженерів, проєктувальників, монтажників, одним словом – інженерів-будівельників. Одним з найважливіших факторів, що впливають на рівень продуктивності праці та ефективності виробництва, є наявність кадрів. Тому майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії необхідно під час навчання у закладах вищої будівельної освіти готувати до використання в професійній діяльності найбільш прогресивних будівельних технологій. Однак, слід також зазначити, що впровадження новітніх будівельних технологій є нелегким завданням, оскільки це вимагає не лише відповідного проектування й цілого комплексу супроводжувальних робіт, але й відповідної підготовки інженерного і технічного персоналу, адже основні вимоги до будівельних об'єктів різного призначення – це, в першу чергу, дотримання безпеки, дослідження фізичних і функціональних характеристик об'єкта. Але збільшення кількості населення та новий формат людських комунікацій вимагає від будівельної галузі більш динамічної інтеграції інновацій та технологічних рішень. Це зрозуміло, оскільки саме інновації забезпечують підвищення якості будівництва, а, отже, збільшують прибутки, дозволяють забезпечити зростання вимог замовників та підвищують можливості в одержанні тендерів. Тому з кожним роком підвищуються вимоги до підготовки інженерів-будівельників, на яких і покладається відповідальність за реалізацію нових технологій.

Нині український будівельний комплекс зазнає гострої потреби у висококваліфікованих інженерах-будівельниках. Це пов'язане ще й з тим, що недостатній рівень підготовки мають робітники нижньої та середньої ланки – майстри загально-будівельних та спеціальних ділянок, виконавці робіт, керівники будівельних об'єктів. Статистика показує, що значна кількість виконробів навіть не має середньої профільної будівельної освіти. Зрозуміло, що в такій ситуації застосування новітніх технологій значно ускладнюється, а головна відповідальність за їх реалізацію покладається саме на інженерів-будівельників. За думкою науковців, у будівельній галузі найбільш ефективна реалізація новітніх технологій може бути забезпечена лише тоді, коли всі робітники будівельного комплексу стануть висококваліфікованими фахівцями – від теслі до оператора комп'ютерних монтажних установок.

Отже, нині професійна підготовка інженерів-будівельників наповнюється новим змістом, й важливе місце у ній посідає ознайомлення майбутніх фахівців з основами новітніх будівельних технологій. Слід відзначити, що виконання цього завдання є складною справою, адже в реєстрі будівельних спеціальностей з'являється все більше нових спеціальностей, а зміст колишніх теж значно трансформується. Складається така ситуація, коли внаслідок стрімкого прогресу будівельної галузі підготовка фахівців якісно нового рівня не встигає за попитом на них, який неухильно зростає. Не слід забувати і про те, що у всі часи будівельна галузь була найбільш консервативною. Чим це пояснюється? Тим, що протягом довгого часу накопичувалися певні технологічні підходи в будівництві, але вони не стільки вдосконалювалися, скільки відпрацьовувалися. При цьому вища будівельна школа продовжувала готувати фахівців, базуючись на фундаментальні знання, але без внесення якісних змін у навчальні програми в контексті їх змістовного наповнення. Крім того, нині при підготовці фахівців слід урахувати і глобалізаційні процеси, що відбуваються у світі і призводять до того, що будівельна галузь України неминуче інтегрується у світову. Змінилися і вимоги замовників, адже тепер вони в повній мірі ознайомлені із всіма сучасними тенденціями в будівництві і готові сплачувати лише за такі послуги, які забезпечать комплексне виконання того або іншого проєкту з використанням інновацій.

Розширення технологічної сфери йде дуже швидкими темпами, і деякі технології, які ще вчора вважалися технологіями майбутнього, нині вже активно використовуються. За таких умов часу на перепідготовку фахівців будівництва та цивільної інженерії фактично немає. Якщо та або інша будівельна компанія буде гальмувати впровадження інноваційних технологій, то вона загубить клієнтів і не зможе брати участь у тендерах. Ще одна специфічна риса сучасних будівельних технологій – усі вони поєднуються на загальній платформі, оскільки їх методи в більшості випадків пов'язані між собою. При цьому всі рішення щодо ходу робіт, використання будівельних матеріалів та обладнання

приймаються в режимі реального часу. Це дозволяє значно оптимізувати процес та зменшити терміни будівництва, але, у той самий час, вимагає високого рівня підготовки фахівців, які мають бути висококваліфікованими, конкурентоспроможними фахівцями, відповідати сучасним вимогам ринку праці.

На жаль, як показує практика, майбутні фахівці будівельної галузі не мають ґрунтовних теоретичних знань, недостатньо підготовлені до вирішення завдань у професійній сфері в умовах упровадження нових будівельних технологій і конструкційних матеріалів. Тому проблема підготовки майбутніх кадрів будівельної галузі є актуальною. Найбільше роботодавців цікавлять фахівці з ґрунтовною фундаментальною фізико-математичною підготовкою. І це свідчить про те, що необхідно рішуче модернізувати навчання майбутніх інженерів-будівельників природничо-наукових дисциплін, де перше місце посідає фізика. Безумовно, в освітньому процесі з фізики головним завданням є забезпечення високої якості знань на основі глибокої інтеграції навчального, наукового та інноваційного процесів. Як бачимо, для досягнення майбутніми фахівцями будівництва та цивільної інженерії найвищого рівня підготовки знання з фізики є необхідними, оскільки вони забезпечують, у першу чергу, методологічну грамотність фахівця.

Фахівці будівельної галузі мають володіти не лише глибокими теоретичними та практичними знаннями в професійній діяльності, але й знаннями з фізики, оскільки фізичні закони і закономірності лежать в основі новітніх сучасних будівельних технологій, будівельних виробів та сумішей, систем та конструкцій будівельного призначення. Якщо порівнювати діяльність інженера-будівельника з іншими видами професійної діяльності, то практика інженера-будівельника ґрунтується на: здатності використання експериментальних методів дослідження та інформаційних технологій у вирішенні проектно-конструкторських та виробничих задач; розробці і впровадженні нових і модернізації старих технологій; організації обміну науковим і виробничо-технічним досвідом; розвитку прийомів і способів роботи, управління виробництвом. Ураховуючи майбутній фах інженерів-будівельників, основним пріоритетом при викладанні природничо-наукових дисциплін у цьому аспекті мають бути знання, найбільш корисні в професійній діяльності, знання, які дозволяють розуміти процеси, що відбуваються в навколишньому світі; знання основ роботи сучасної будівельної техніки, усвідомлення фізичного змісту інноваційних будівельних технологій.

Формування таких фахових знань, вмінь, навичок та компетентностей у майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії неможливе без базової підготовки з фізики. Майбутні інженери-будівельники мають уміти аналізувати процеси тепломасообміну, гідрогазо- і аеродинаміки з погляду фундаментальних фізичних законів, принципів і знань; розв'язувати широке коло проблем і задач з теплогазопостачання, вентиляції і кондиціювання, енергоресурсозбереження, обліку енергоносіїв тощо шляхом розуміння їх фундаментальних основ. Це свідчить про те, що

знання з фізики для майбутніх інженерів будівництва та цивільної інженерії є необхідними, оскільки за відсутності розуміння законів і закономірностей фізики інженер-будівельник не опанує необхідні фахові компетентності, а, отже, не зможе на достатньому рівні розв'язувати професійні завдання у своїй подальшій діяльності. І особливо нині, в умовах підвищення вимог соціального замовлення до фахової компетентності інженера-будівельника виникає нагальна необхідність упровадження сучасного змісту та технологій навчання фізики, зорієнтованих на результат, в освітній процес закладу вищої будівельної освіти. З урахуванням інноваційних процесів, що відбуваються в будівництві, необхідно вдосконалювати зміст дисципліни “Фізика” при підготовці майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії у закладах вищої будівельної освіти. Використання сучасних новітніх будівельних технологій у професійній діяльності інженера-будівельника неможливе без засвоєння фундаментальних знань з фізики. Фізика – це основа інженерних знань в освітньому процесі. Знання фізики як науки дають змогу результативно використовувати її закони та явища для дослідження властивостей та характеристик будівельних матеріалів, виробів, конструкцій. Засвоєння знань з дисципліни “Фізика” сприяє розв'язанню широкого кола питань, пов'язаних із забезпеченням науково-технічного супроводу складних інноваційних технологічних процесів у будівництві, обстеженням та оцінкою технічного стану будівель і споруд різного призначення.

Обґрунтуємо, наскільки важливі фізичні знання для майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії при отриманні інформації про сучасні новітні будівельні технології. Для прикладу розглянемо декілька прогресивних новітніх технологій у будівництві. Однією з таких технологій є використання серії гідравлічних систем для зварки торців пластикових труб великого діаметру, що в декілька раз прискорює монтажні роботи і підвищує безпеку та експлуатацію трубопроводів у майбутньому. Така технологія використовується для монтажу газопроводів та водопроводів високого тиску в “польових” умовах або на будівельних майданчиках. Для розуміння такого складного процесу необхідно мати знання з таких розділів фізики: “Механіка суцільних середовищ” розділ механіки, фізики суцільних середовищ і фізики конденсованого стану, присвячений вивченню руху і рівноваги газів, рідин, плазми і деформованих твердих тіл; “Гідроаеромеханіка” – розділ, пов'язаний з вивченням рівноваги й руху рідинних і газоподібних середовищ, а також їхньої взаємодії між собою і з твердими тілами.

На сьогодні в будівництві широко використовується принцип блочних з'єднань для повномасштабних будівельних робіт. Такі блоки виготовлені з бетону підвищеної міцності, які здатні витримати значні поштовхи землетрусу і мають високі теплоізолявальні та шумоізолявальні характеристики. Наразі для провідних виробників сучасних будівельних матеріалів стала нормою постійна модернізація обладнання та оновлення асортименту відповідно до вимог енергоефективності, адже в часи подорожчання енергоносіїв і

комунальних послуг перед інженером-будівельником постало непросте завдання у виборі будівельних матеріалів, які повинні мати високі теплоізоляційні показники. З таких матеріалів можна побудувати енергозберігаючі будинки без утеплення, що заощадить витрати як на спорудження, так і на подальшу експлуатацію – це є блоки густиною 300 кг/м³. Перевагами таких блоків є високі теплоізоляційні характеристики, а також міцність. Чим нижча густина газобетону, тим вищими є його енергозберігаючі якості. Також значно часто стали користуватися гідроізоляційними матеріалами, призначеними для використання при проведенні бетонних робіт для захисту конструкційних та робочих швів від потрапляння вологи і гідростатичного тиску при будівництві, ремонті підземних бетонних та інших будівельних конструкцій, місць розташування інженерних комунікацій і тунелів. Ще одна інноваційна технологія – технологія захисту герметиком від радону, яка блокує шляхи потрапляння його в приміщення: з-під земної поверхні наверх, через щілини у фундаменті, крізь будівельні матеріали, через свердловини. Використання такого герметиків зменшує проникнення радону в будівлю. Упровадження в будівництві таких технологій вимагає ґрунтовних знань з таких тем, як закони Ньютона, гідростатичний тиск, тиск твердих тіл рідин і газів, густина, вага тіла, сили пружності, закон Гука, деформація твердих тіл, дефекти кристалічних решіток, коливальні та хвильові процеси, вплив радіоактивного випромінювання на живі організми та ін. в освітньому процесі з фізики.

На сьогодні досить актуальними сучасними технологіями є теплові насоси – пристрої для перенесення теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічно тепловий насос аналогічний холодильній машині. Однак, якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого об'єму випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотня. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник – теплообмінним апаратом, що утилізує низькопотенційну теплоту та переробляє її у вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії. Теплові насоси в холодну пору року опалюють приміщення, а в теплу – використовуються для охолодження повітря в будинку. У такому випадку тепло з повітря приміщень будинку забирається та передається назад у землю, повітря чи у водоймище. Багатофункціональність використання такої інноваційної технології є однією з найважливіших переваг теплових насосів. На сьогоднішній день теплові насоси – геотермальні, повітряні чи водяні, є найбільш ефективним, екологічним та енергозберігаючим видом теплотехнічного обладнання, що використовується для опалення, кондиціонування приміщень та гарячого водопостачання. Отже, для розгляду принципу роботи, функціонування та будови теплового насосу майбутнім

інженерам-будівельникам необхідно поглиблено вичати теоретичний матеріал з розділу фізики “Молекулярна фізика та термодинаміка”. Отримані знання дадуть можливість досить добре розумітися в таких питаннях, як внутрішня енергія, зміна внутрішньої енергії тіла при теплопередачі, кількість теплоти, питома теплоємність тіл, різновиди процесів, при яких відбувається передача теплоти, теплопровідність, конвекція, випромінювання, початок термодинаміки, коефіцієнт корисної дії теплової машини, цикл Карно, ентропія тощо. Для вирішення складних інженерних завдань у будівництві використовують сучасні інноваційні технології, зокрема полівінілхлорид (ПВХ) сваї. Властивості та характеристики ПВХ сваї дозволяють використовувати їх відносно берегової лінії для вирішення таких завдань: укріплення берегової лінії; берегозахисні стіни; огороження акваторій; захист від ґрунтових вод; створення штучних каналів; регулювання русла; захист від розмиву та затоплення територій. Для того, щоб бути обізнаними фахівцями в таких сучасних технологіях, необхідно мати фундаментальні фізичні знання й акцентувати увагу майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії на таких темах: явища змочування, поверхневий натяг, капілярні явища, гідростатичний тиск, ламінарний та турбулентний режим течії, рівняння неперервності, рівняння Бернуллі.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що будівництво є тією сферою діяльності, у якій упровадження нових технологій та матеріалів повинно відбуватися особливо швидко. В іншому випадку будівництво стає нерентабельним. Разом з тим, в Україні сьогодні більшість будівельних компаній лише починає активно впроваджувати інноваційні технології, а в країнах Європи вони вже давно використовуються. У такій ситуації знижується інтерес інвесторів, оскільки вони вимагають підвищення якості будівництва та надійності споруд. Необхідно також не лише купувати новітні технології, але й розробляти їх або брати участь у їх розробці в рамках міжнародних проєктів. Зрозуміло, що при визначенні конкретних інноваційних технологічних підходів основне слово залишається за інженером-будівельником. Це зумовлює необхідність перегляду навчальних програм підготовки майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії, а також удосконалення та поглиблення їх змісту через уведення інформації про новітні будівельні технології. Це слід робити як для дисциплін загального, так і професійного циклів підготовки, а особлива увага має приділятися дисципліні “Фізика”, оскільки більшість інноваційних технологій у будівництві ґрунтується на досягненнях саме в галузі фізики.

Література

Петруньок Т.Б. Значення дисципліни “Фізика” для формування фахової компетентності майбутнього інженера – будівельника / Петруньок Т.Б.// Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. *Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі.* – Випуск 19 : збірник наукових праць. – Київ: Вид – во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. – С. 27 – 32.

Петруньок Т.Б. Навчання фізики майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії на основі компетентнісної освітньої моделі: дис. ...канд. пед. наук : 13.00.02/ Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – К., 2020. – 248 с.

References

Petrun'ok, T.(2017). *Znachennya dy'scy'pliny "Fizy'ka" dlya formuvannya faxovoyi kompetentnosti majbutn'ogo inzhenera – budivel'ny'ka* [The value of the discipline "Physics" for the formation of professional competence of the future engineer – builder], *Naukovy'j chasopy's Nacional'nogo pedagogichnogo universy'tetu imeni M.P. Dragomanova. Seriya 3. Fizy'ka i matematy'ka u vy'shhiy i serednij shkoli, 19 : zbirny'k naukovy'x prac'z'.* Ky'iv: Vy'd – vo NPU imeni M.P. Dragomanova. 27 – 32 [in Ukrainian].

Petrun'ok, T.(2020). *Navchannya fizy'ky' majbutnix faxivciv budivny'cztva ta cy'vil'noyi inzheneriyi na osnovi kompetentnisnoyi osviti'noyi modeli.*[Physics Teaching to Civil Engineers basing on the Competency-Based Educational Model], *dy's. ...kand. ped. nauk : 13.00.02/ Nacional'ny'j pedagogichny'j universy'tet imeni M.P. Dragomanova. K, 248 p.* [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У статті розглядається питання про вдосконалення змісту дисципліни "Фізика" при підготовці майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії з урахуванням інноваційних процесів, що відбуваються в будівництві. Наголошено, що нові наукові технології все більшою мірою інтегруються в будівництво і стають найбільш затребуваними, а це зумовлює необхідність якісних змін у навчанні фахівців та підготовки їх до використання у професійній діяльності найбільш прогресивних будівельних технологій вже з перших етапів навчання у закладах вищої освіти. Визначено, що головною умовою ефективною реалізації новітніх технологій є забезпечення високого рівня кваліфікації усіх робітників будівельного комплексу. Акцентовано, що на сучасному етапі розвитку будівельної сфери професійна підготовка інженерів будівельників наповнюється новим змістом і важливе місце у ній посідає ознайомлення майбутніх фахівців з основами новітніх будівельних технологій. Разом з тим, відзначено, що нині склалася ситуація, коли внаслідок стрімкого прогресу будівельної галузі підготовка фахівців якісно нового рівня не встигає за попитом на них, який неухильно зростає. Зауважено, що вагомий вплив на підготовку фахівців чинять глобалізаційні процеси, що відбуваються у світі і призводять до того, оскільки вони призводять до неминучої інтеграції будівельної галузі України у світову. Доведено необхідність перегляду навчальних програм підготовки майбутніх інженерів-будівельників та удосконалення і поглиблення їх змісту через уведення інформації про новітні будівельні технології.

Ключові слова: освітній процес з фізики, інноваційні будівельні технології, професійна підготовка інженерів-будівельників.