

Р. О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., Д. А. КРІШКО, канд. техн. наук, ст. викл.,
В.О. САВЕНКО, канд. техн. наук, молод. наук. співробітник, Д.А. СКРІБЦОВА, магістрант
Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В ПРОЕКТУВАННІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Мета. Дослідити та оцінити основні тенденції світового ринку на предмет розробок новітніх будівельних матеріалів та конструкцій. Аналіз отриманих даних, з метою впровадження новинок на вітчизняний ринок.

Методи дослідження. Моніторинг вітчизняних та європейських досліджень і ринку на предмет інноваційних розробок у галузі виробництва будівельних матеріалів та конструкцій.

Наукова новизна. Отримання комплексної інформації про об'єкт дослідження, що дозволить розумно інтегрувати новітні розробки при будівельному виробництві в нашій країні. Отримані дані суттєво допоможуть підвищити такі показники будівельної продукції, як: економічність, технологічність, енергоефективність та екологічність.

Практична значимість. Розширення вітчизняного ринку будівельної продукції. Підвищення якості готового продукту будівництва. Особливістю сучасного будівництва є надзвичайно широкий спектр нових матеріалів, виробів і технологій, які внаслідок інтенсивного розвитку будівельної науки і техніки змінюються кожні 5-10 років. Завдяки союзу науки і будівельної інженерії створюються технології одержання нових, високоефективних, екологічно чистих матеріалів функціонального призначення. Виробництво цих матеріалів засновано на безвідходних і енергозберігаючих технологіях. Будівельні матеріали займають дуже важливе місце серед багатьох факторів, що визначають якість сучасного будівництва, архітектурну цінність будівель та споруд і техніко-економічні показники будівельних проектів. Асортимент і якість виробів будівельної індустрії визначають безпосередній вплив на технічні, естетичні переваги об'єкта та його довговічність. Проблема підвищення загального рівня якості будівництва та архітектури безпосередньо пов'язана з поліпшенням якості будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, впровадженням широкого асортименту нових ефективних матеріалів, які в повній мірі відповідають архітектурно-будівельним вимогам. Від правильного вибору будівельних матеріалів та конструкцій залежить не тільки фізична, а й моральна довговічність будівлі або споруди.

Результат. Знайдено багату кількість новітніх розробок, здатних полегшити процес виготовлення будівельної продукції, покращення її якості.

Ключові слова: інноваційні будівельні матеріали, скляна черепиця, розумний бетон, будівельні блоки з морської солі, рулонний бетон, біонічні QS-матеріали, гнучкий камінь.

doi: 10.31721/2306-5451-2022-1-55-163-168

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Впровадженням сучасних будівельних матеріалів та конструкцій у вітчизняне будівництво можна вирішити одразу декілька проблем, а саме:

збереження навколишнього середовища та покращення атмосфери всередині будівлі, за рахунок використання екологічних матеріалів (погане повітря в приміщеннях, що сприяє розвитку багатьох хвороб, виявлено майже в 35% старих і новозбудованих будинках по всьому світу. Також під час проведення будівельних робіт виникає проблема з утилізацією відходів, які сприяють забрудненню води та повітря). В наш час складно уявити собі міські будинки, зроблені не з бетону. Не дарма ж він отримав таке широке застосування: міцність, водонепроникність, морозостійкість. Натомість це наносить серйозну шкоду природі. На цій землі ще жити нащадкам, тому необхідно замислюватися про її збереження;

доступність житла для малозабезпечених прошарків населення (будівництво передбачає великі вкладення інвестицій, що не можливо для малозабезпеченого населення. Тому люди вимушені брати кредити або сплачувати за будівництво частинами на різних етапах будівництва. Через це будівельним фірмам доводиться призупиняти процес зведення, виходить занадто низька економія на матеріалах, а також великі простой. Все це призводить до подорожчання житла);

покращення критеріїв енергоефективності та технологічності.

Аналіз досліджень і публікацій. Застосування нових інноваційних будівельних матеріалів та технологій в Україні вкрай перспективно і має призводити до спрощення та прискорення процесу будівництва, зниження його собівартості, збільшення енергоефективності об'єктів. Однак їх впровадження відбувається повільно, що пов'язано з економічною кризою, високою вартістю деяких будівельних матеріалів, недовірою замовників та підрядників до нових будівельних матеріалів та технологій, запровадженням державою нових стандартів та вимог, відсутність нормативної бази, дефіцитом проектувальників, лобізмом виробників традиційних матеріалів, браком інвестицій [1-3].

Дослідження виконане на основі результатів аналізу вітчизняних та зарубіжних видань, публікацій та статей на предмет розробки у світі новітніх будівельних конструкцій і матеріалів. Вивчення їх властивостей та визначення області застосування того чи іншого виробу. Можливість інтеграції інноваційних матеріалів в український ринок будівництва [4-12].

Постановка задачі. Метою дослідження є оцінка основних тенденцій світового ринку на предмет розробок новітніх будівельних матеріалів та конструкцій, а також аналіз отриманих даних, з метою впровадження новинок на вітчизняний ринок.

Викладення матеріалу і результат. В даний час у світі намітилася тенденція формування економіки, заснованої на знаннях, пов'язаних, перш за все, із соціальною орієнтацією нових технологій у різних галузях, у тому числі, створенням та використанням нових матеріалів та природозберігаючих технологій.

Перехід до ринкових відносин та структурна перебудова економіки призвели до корінних змін у будівельній галузі, перетворивши її на інвестиційно-будівельний комплекс з інтенсивним використанням інноваційних програм. Економіка країни стала на шлях масового оновлення застарілого виробничого апарату галузей народного господарства, у тому числі будівельного комплексу, на новій інноваційній основі.

Отже, інновації у будівництві відіграють важливу роль у розвитку науково-технічного прогресу у національній економіці загалом.

По-перше, це складова частина інноваційної діяльності в країні, тобто побудована в цьому році будівля може бути такою ж нововведенням (інновацією), як випущені в тому ж році машина, прилад, телевизор нової моделі та ін.

По-друге, в окремих галузях споруди, створені будівельною галуззю, є інновації, оснащені новою технікою.

По-третє, впровадження у багатьох галузях нової технології для випуску нової продукції та підвищення її якості здебільшого пов'язане з будівництвом. Із розвитком високих технологій підприємствам все частіше потрібні особливо чисті виробничі приміщення. Без таких приміщень (що представляють інновації у будівництві) не з'являться інновації в електронній, авіаційній, космічній, біомедичній, фармацевтичній та інших галузях промисловості.

По-четверте, запровадження інновацій у житловому будівництві призводить до покращення умов життя громадян. Так, застосування ефективних радіаційно-стійких стінових конструкцій та матеріалів підвищує комфортність житла, а також сприяє скороченню кількості захворювань населення.

По-п'яте, будівництво інноваційних будівель та споруд соціального призначення (лікарень, поліклінік, санаторіїв, будинків відпочинку, дитячих садків, стадіонів тощо) означає покращення якості вкладень у людський капітал.

Будівництво представлено різними видами робіт та безліччю технологічних процесів, тому в ньому може бути безліч видів інновацій: нововведення, що використовуються в процесі проектування, інноваційність самих об'єктів (будівель та споруд), нові будівельні технології, нові методи організації та управління у будівництві та ін.

Важливу проблему для будівельних підприємств є розробка концепції, принципів та методів стратегічного планування та управління з метою забезпечення їх стійкого довгострокового функціонування в умовах конкуренції.

Вітчизняні підприємства потребують достовірної оцінки техніко-економічного потенціалу виробництва, розробки стратегічних рішень, реалізації системних перетворень, пов'язаних з організацією та управлінням підприємством у ринкових умовах, що змінюються.

Розробка та випуск нових видів продукції має стати пріоритетним напрямком стратегії розвитку виробництва кожного будівельного підприємства.

Здійснення інноваційної політики на будівельному підприємстві передбачає вирішення наступних завдань: формування інноваційної політики та координації діяльності у цій галузі виробничих підрозділів; створення проблемно-цілевих груп для комплексного вирішення інноваційних проблем від ідеї до уведення в експлуатацію об'єктів; розробка планів та програм інноваційної діяльності; забезпечення програм інноваційної діяльності фінансами та матеріальними ресурсами; розгляд проектів створення нової будівельної продукції; забезпечення інноваційної діяльності кваліфікованим персоналом; спостереження за ходом розробки нової продукції та її впровадження.

Досвід розвинених країн показує, що зі зростанням масштабів науково-технічної діяльності у сфері.

Виробництво зростає обсяг робіт, пов'язаний із взаємодією різних економічних суб'єктів. Такими суб'єктами є інші будівельні підприємства, підприємства промисловості будівельних матеріалів, науково-дослідні та проектні інституції, вищі навчальні заклади.

Серед напрямів інноваційного бізнесу у будівництві можна виділити такі: закупівля прогресивних зарубіжних технологій та організація виробництва нової продукції; закупівля прогресивних матеріалів, машин та обладнання для будівельних організацій; закупівля вітчизняних та закордонних патентів для подальшої організації власного виробництва будівельних матеріалів; послуги зарубіжних будівельних компаній під час виконання будівельних робіт з використанням нових технологій; проведення власних науково-дослідних робіт; виконання власних інноваційних архітектурно-проектних розробок; навчання робітників та спеціалістів новим технологіям, навичкам роботи з новими механізмами та будівельними матеріалами.

Для стимулювання проведення пошукових і прикладних досліджень, а також науково-дослідних робіт повинна бути створена єдина інтегрована інформаційна система, що містить всю інформацію про інноваційну систему, у тому числі про дослідження з галузеві промисловості та будівництва.

В даний час, за оцінками експертів, відсутність розвиненої функціональної інформаційної системи стала однією з важливих проблем інноваційного бізнесу. Як наслідок цього ринок інновацій не є прозорим з точки зору інформації про основних учасників, організаційно-правових умов роботи, напрямки прямої та непрямої державної підтримки інноваційної діяльності.

Нестача інформації про розробки та прибуткові проекти призводить до зниження інвестиційної активності, у тому числі іноземних інвесторів, що значно скорочує можливості фінансування інноваційної діяльності. З іншого боку, розробники орієнтованих на експорт технологій також відчувають нестачу в інформації про закордонні ринки, нормативну базу, перспективи розробки даної предметної галузі, потенційних інвесторів.

Як основоположні умови досягнення поставлених цілей передбачаються такі: вивчення попиту на продукцію галузі, проведення маркетингу та реклами; вдосконалення системи управління підприємствами будівельної індустрії; здійснення заходів щодо зниження витрат виробництва будівельних матеріалів; просування вітчизняної продукції на ринки розвинених країн та країн СНД; економія валютних ресурсів з допомогою скорочення обсягів імпорту продукції з-за кордону.

За останні роки відбулися глобальні зміни основних економічних та виробничих показників зовнішнього середовища, що впливають на діяльність підприємств. До найважливіших їх належить: ускладнення продукції; високі вимоги до якості продукції та термінів здачі продукції замовникам; поява індивідуальних вимог до продукції, що зумовило необхідність переходу практично до індивідуального виробництва з усім комплексом найскладніших організаційно-технічних заходів та системи реорганізацій; посилення конкурентної боротьби. Реалізація викладених пропозицій щодо активізації інноваційної діяльності у будівництві може бути певним стимулом для прискорення науково-технічного розвитку вітчизняної економіки.

Нові матеріали у будівництві різноманітні. Вони дозволяють зводити будівлі, що мають відмінні експлуатаційні характеристики. Також у будівництві з'являються нові технології, які дозволяють зводити будинки дешевше, швидко, ефективно, що допоможе у майбутньому вирішити проблему забезпечення населення житлом.

Розглянемо новітні інноваційні матеріали.

Прозора теплоізоляція. У будинку у Фрейбурзі зовнішні стіни будинку теплі, а внутрішні прохолодні. Це відбувається без краплі нафти, газу чи електричного струму. Однією з дієвих формул цього будинку є TWD (Transperente Waermedaemmung) чи прозора теплоізоляція (ПТІ).

Поняття ПТІ включає велику групу світлопрозорих матеріалів, наприклад, акрилову піну, капілярне скло, стільниковий полікарбонат. Крім прозорості, загальними властивостями цих матеріалів є: пориста або трубчаста структура – вони приблизно на 95% складаються з повітря, завдяки чому мають чудову теплоізоляцію. Шар такого матеріалу товщиною 20 мм у 3 рази краще зберігає тепло, ніж товста цегляна стіна завтовшки 510 мм традиційного будинку. Найкращі властивості мають матеріали, звані аерогелями, зокрема, силікагель – матеріал на основі

кремнієвої кислоти. Розмір мікропор у силікагелі набагато менший за довжину хвилі видимого світла, і внаслідок малого розсіювання зразки товщиною 12 мм на 10% прозоріше, ніж двошарове скління. Виходячи з технології виробництва та задля уникнення забруднень, ППІ укладають між двома склом у рамках з різних матеріалів, тобто в склопакет. Принцип використання ППІ – прозора теплоізоляція розміщується перед масивною стіною з бетону або іншого важкого матеріалу, зовнішня сторона якої забарвлюється у чорний колір та відіграє роль накопичувача теплової енергії. Сонячне випромінювання проникає крізь ППІ і чорної поверхні стіни перетворюється на теплову енергію. Стіна, своєю чергою, поступово віддає тепло всередину будівлі. Таким чином, стіни будинку більше беруть тепло від сонця, ніж віддають його назовні. Одним із прикладів об'єктів, на яких була перевірена ППІ, була Паул-Робертсон – школа у Лейпцигу. Проведені виміри показали, що після реконструкції школи з її утепленням прозорою теплоізоляцією витрати на опалення знизилися від 225 кВтГод/м² до 58 кВтГод/м², що означає зменшення втрат енергії на 70% [13].

Вчені з Інституту світла та будівельної техніки (ILB) в Кельні розробили систему, яка здатна успішно вирішити проблему нерівномірності освітлення, яка значною мірою може бути усунена за допомогою оптичних елементів. Ці елементи є вигнутими тонкими смужками з акрилового або гідрокарбонатного скла, які розташовуються всередині склопакетів у верхній частині вікна. Ці елементи перенаправляють розсіяний сонячний колір у глибину приміщення та на стелю. У підвісній стелі монтуються відбивні елементи, які мають спеціальну структуру, що розсіює. Верхня світлокеруюча частина вікна ніколи не затінюється сонцезахисними пристроями, тоді як нижні частини вікон обладнуються затіненням, яким, за потреби, можна користуватися.

Світлокеруючі оптичні елементи. Використовуючи на практиці світлокеруючі голограми, було встановлено, що якість та тривалість природного освітлення стали значно кращими, приміщення глибиною більше 7 м не вимагали додатково штучного освітлення. Ведуться розробки, коли світлокеруючі голограми автоматично доповнюються штучним світлом при зменшенні природного освітлення в приміщеннях [14].

Еластичний бетон, що самовідновлюється. Вчені з Університету Мічигана Віктор Лі та Інцзи Ян поставили за мету створити бетон, здатний самостійно «заліковувати» тріщини, що утворилися, наприклад, внаслідок землетрусу. Вироби, виготовлені з нової бетонної суміші при випробуванні на розтягування, були покриті на 5% мережею тріщин. Новий бетон не лише скріпив їх, а й відновив свою первісну форму. Звичайний бетон за таких випробувань просто розламався б на шматки. Відновити свою форму та якості інноваційному бетону допомагає вода. Взаємодіючи з ним протягом декількох днів, вона вступає в реакцію з мінеральними добавками та іншими сполуками, що містяться в бетоні, а також із вуглекислим газом з атмосфери – і шрами на бетонній плиті зарубцьовуються карбонатом кальцію. При цьому плита, що відновилася таким чином, практично нічого не втрапить у міцності. Для того щоб збільшити довговічність бетону, вчені з британського університету Бата працюють над створенням бетонної суміші, що самовідновлюється, яка може бути використана для герметизації тріщин в залізобетонних конструкціях. Головною відмінністю нового матеріалу є наявність у суміші спеціальних мікрокапсул, у яких містяться сульфатредукуючі бактерії. При проникненні вологи через тріщини та попаданні на бактерії, вони починають активно розмножуватися, виробляючи вапняк, який сприяє заростанню тріщин [4, 15].

Крім того, у міру відновлення та затвердіння бетон може розчавити і самі мікрокапсули, що містять бактерії, – цю проблему також вирішити вченим. Також Кевін Пейн з департаменту архітектури та цивільного будівництва університету Бата пропонує закласти у мікрокапсули поряд з бактеріями поживні речовини та лактат кальцію.

«Розумний» бетон. Щоб знизити ризик повеней у містах, англійська компанія Tagmac розробила бетон TortiXPermeable. Його головна відмінна характеристика – висока здатність пропускати воду. Нова технологія виробництва будівельного матеріалу має на увазі використання замість піску шматочків гранітного щебеню, через які вода буде просочуватися, а потім поглинатися ґрунтом. Крім зниження ризику затоплення використання проникного бетону дозволить підтримувати сухість та безпеку вулиць. До недоліків TortiX відноситься відносно висока ціна в порівнянні зі звичайним бетоном і можливість використання тільки в місцях з не надто холодним кліматом, оскільки низькі температури викликають розширення бетону та, відповідно,

руйнування покриття [16].

Будівельні блоки із морської солі. Архітектор із Голландії Ерік Джоберс зумів розробити екологічну технологію виробництва блоків на основі морської води. З використанням сонячної енергії сіль витягується з океану і потім змішується з крохмалем, який одержують із морських водоростей. На виході виходять блоки, які мають високу міцність під час стиснення. Побудовані з таких блоків будівлі покривають матеріалом, заснованим на епоксидній смолі, після чого ніяка вологість не здатна їх пошкодити. Блоки із солі цілком підходять і для створення гнучких арочних конструкцій. Для посушливих країн, наголошує Ерік Джоберс, така будівельна технологія є оптимальною.

Деревоволокнисті плити. Американська компанія-виробник будівельних матеріалів Stramit USA представила на ринок новий продукт - деревоволокнисті плити CAFboard (Compressed Agricultural Fiber Board), виготовлені із соломи пшениці, що залишилася після збирання врожаю. Компанія Stramit USA створила термореактивні плити CAFboard, які довговічніші, ніж деревина або деревно-композитні плити та піна. Новий матеріал відрізняється нетоксичністю, міцністю, високою стійкістю до цвілі та ураження шкідниками. Відмінні звукопоглинаючі та ізолюючі властивості забезпечуються особливою структурою плити – мікроскопічні порожнечі добре поглинають та розсіюють звук та тепло. Крім того, пресування пшеничної соломи відбувається при дуже високих температурах і тиску, при цьому видаляється практично все повітря, яке могло б підтримувати горіння, тому плита CAFboard має високу вогнестійкість [17, 18].

Скляна черепиця. Компанія SolTech Energy із Швеції розробила унікальний будівельний матеріал для покрівлі будівель – черепицю зі скла. Вона оснащена вбудованими фотоелементами, які накопичують енергію сонячних променів та дозволяють використовувати її для різних потреб (підігріву води, опалення, роботи електромереж). Така черепиця виготовляється з розжареного ударостійкого скла, тому не поступається за міцністю традиційним керамічним аналогам. Форма та розмір окремих скляних елементів відповідає параметрам керамічної черепиці, тому їх можна використовувати для часткового покриття даху. При цьому максимальна ефективність її використання досягається на дахах, звернених до південної сторони [19].

Гнучкий камінь. Одна з нових оздоблювальних технологій, яка відноситься до різновиду шпалер та імітує структуру та колір різних видів каменю (пісковика, сланцю, клінкерної цегли та ін.). Він виробляється на основі пісковика та екологічно чистого полімеру, за рахунок якого новий матеріал є гнучким, міцним, легким та зручним у застосуванні. Ці властивості дозволяють використовувати його для обробки не тільки рівних поверхонь, але і для складних об'єктів форм (камінів, колон і ін.). Гнучкий камінь має товщину 1,5-3 мм і накладається смугами на стіни, попередньо вкриті клейовим складом, після чого затираються всі стики. Він стійкий до стирання та вигорання [20].

Рулонний бетон. Новий матеріал для будівництва, цей концепт розробили французькі архітектори та дизайнери з Cutwork. На будівництво даного будинку знадобиться близько доби. Щоб встановити бетонно-рулонний будинок, достатньо в розчин додати лише звичайну воду. Будинки поставляються на місце будівництва вже в готовому вигляді, їх залишається лише змонтувати. Матеріал, який використовується в будівництві, вже запатентований [21].

Біонічні QS-матеріали. QS-матеріали (технологія Quick Set) – «швидке зчеплення» – це ціла лінійка будівельних матеріалів, в якій представлені різні назви, від армуючих мас до фасадних штукатурок для роботи в міжсезоння.

За технологією, змішувати під час проведення робіт традиційні будівельні матеріали та зробки із серії QuickSet не можна. Що стосується висихання, то плівка, що виникла на поверхні будівель, після використання біонічних покриттів не свідчить про те, що матеріал застиг повністю: він буде готовий до експлуатації тільки через 48 годин, коли просохне на всю товщину.

Ще одна цінна новинка – фасадні панелі для облицювання будинків, що повністю імітують дерево. Вони і називаються Wood. Основні елементи панелей – склосітка та органічна армуюча речовина. Основні характеристики – міцність; гарантія високої теплоізоляції; економічність; простота монтажу та обслуговування; стійкість до зовнішніх впливів; можливість пофарбувати поверхню у будь-який тон.

Висновки і напрямок подальших досліджень. Створення нових інноваційних матеріалів або модернізація старих технологій є потреба людей у більш дешевому, екологічному та надійному способі будівництва. Удосконалення традиційних матеріалів призводить до того, що вони

набувають нових властивостей і здатні брати на себе додаткові функції. Робота над винаходом нових технологій та інноваційних матеріалів необхідна для більшої міцності та надійності будівель та споруд.

Список літератури

1. **Беляев М.А.** Механизм управления факторами развития современных экономических систем – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 194 с.
2. **Литовченко С.Е.** Организационно-управленческие инновации: развитие экономики, основанной на знаниях – М.: Ассоциация менеджеров, 2010. – 104 с.
3. **Философова Т.Г.** Конкуренция. Инновации. Конкурентоспособность – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2011. – 295 с.
4. **Тімченко Р. О., Кришко Д. А., Андоньєв П. Д.** Бетон, що самовідновлюється // Розвиток промисловості та суспільства: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції (26-28 травня 2021 р.). – Кривий Ріг: ДВНЗ «КНУ», 2021. – С. 77.
5. **Тімченко Р. О., Кришко Д. А., Білашенко К. С.** Методи підвищення ефективності монолітного будівництва будинків і споруд // The problems of applied mechanics, energy saving and mechanization in the mining and metallurgical complex. Conference materials International Scientific and Technical Conference of Young Scientists and Students (April 27-29, 2021 Kyryvyi Rih) – Kyryvyi Rih: KNU, 2021. – Pp. 85-89.
6. **Настич О. Б., Хоруженко І. В.** Забезпечення міцності зчеплення захисного бетону з поверхнею будівельних конструкцій // Матеріали Міжнародної наукової-технічної конференції «Розвиток промисловості та суспільства» (24 травня 2017 р.) – Кривий Ріг: ДВНЗ «КТУ», 2017. – С191-192.
7. **Тімченко Р. О., Кришко Д. А.** Урахування критеріїв надійності будівель та споруд // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Дн-ск, 1999. – Вып. № 9. – Ч. 1. – С. 310-317.
8. **Тімченко Р. А., Кришко Д. А., Луценко Ю. І.** Модернизация жилого дома с использованием передовых технологий и материалов // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог: КТУ, 2009. – Вып. 92. – С. 49-54.
9. **Тімченко Р. А., Кришко Д. А., Горобец Т. Ю.** Оценка строительных экоматериалов по критерию качество / цена // Матеріали Міжнародної наукової-технічної конференції „Гірничо-металургійний комплекс: досягнення, проблеми та перспективи розвитку” (25-28 травня 2010 р.) – Кривий Ріг: Криворізький технічний університет, 2010. – С. 268-269.
10. **Тімченко Р. А., Настич О. Б., Кришко Д. А.** Новые подходы и применяемые материалы при реконструкции жилых домов // Сучасні проблеми архітектури та містобудування – К.: КНУБА, 2010. – Вып. 25 – С. 363-368.
11. **Абрамян С. Г., Бурлаченко О. В.** Инновационные технологии и материалы в строительном производстве – Волгоград: ВолгГАСУ, 2010. – 116 с.
12. **Захарченко П. В., Долгий Е. М.** Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали. – К.: КНУБА, 2005. – 512 с.
13. **Декуша Л. В., Грищенко Т. Г.** Установка для прямого измерения интегральных полусферических терморadiационных характеристик энергоэффективных стекол и покрытий ИТРС-1 // «Оконные технологии» – 2006, № 23. – С. 36-39.
14. **Радомцев Д. О.** Підвищення енергоефективності будівель засобами сучасних систем інтегрального освітлення // Будівельні конструкції. – 2013, №.77 – С. 274-278.
15. **Струкова Е. А., Гилязидинова Н. В.** Самовосстанавливающийся эластичный бетон // X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых «РОССИЯ МОЛОДАЯ» – 2018. – С. 1-3.
16. **Коверніченко Л. М.** Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. – Луцьк ЛНТУ, 2017, №8. – С.103-110.
17. **Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов (деревообработка) // П. Ю. Бунаков, А. В. Виноградов, Ю. И. Рудин, А. В. Стариков, С. Н. Рыкунина. – М.: МГУЛ, 2008. – 312 с.**
18. **Вольнский В. Н.** Технология древесных плит и композитных материалов / М.: Издательство: Лань, 2012 – 336с.
19. **Фарниев Д. К., Абрамян С. Г.** Устройство прозрачных кровель из современных материалов // Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 3. – С. 307-310.
20. **Михайлин Ю. А.** Конструкционные полимерные композиционные материалы. – СПб: Научные основы и технологии, 2008 – 822 с.
21. **Рулонный композиционный материал для ремонта и гидроизоляции бетонных, железобетонных и каменных конструкций и сооружений / Т. А. Костюк, А. А. Плугин, В. А. Арутюнов, Н. М. Партала, Ю. А. Суханова // 36. наук. праць УкрДУЗТ. – 2014. – № 143. – С. 103-110.**

Рукопис подано до редакції 15.11.2022