

Марина ПОЛТАВЕЦЬ,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-0504-5278

Дмитро ГАЛУШКО,

аспірант кафедри промислового та цивільного будівництва

ORCID: 0009-0008-9451-9343

Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В ПІДВИЩЕННІ НАДІЙНОСТІ ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ

У статті представлено вдосконалену загальну методику організаційно-технологічного проектування, спрямовану на підвищення енергетичної надійності процесу зведення житлових будівель. Обґрунтовано доцільність урахування енергетичних чинників на ранніх етапах організаційного планування, що дозволяє забезпечити не лише високу ефективність реалізації будівництва, але й підвищити енергоефективність майбутнього об'єкта. Особливу увагу приділено методиці прогнозування термінів зведення житлових будинків із застосуванням імовірно-статистичного підходу, що дозволяє зменшити рівень невизначеності у плануванні строків та підвищити точність календарних графіків виконання робіт. Досліджено вплив напруженості робіт у календарному плануванні на загальну надійність виконання будівельно-монтажних процесів, визначено граничні значення допустимих відхилень у ритмічності виконання робіт, що забезпечують стабільність графіка. Розроблено практичні рекомендації щодо оптимізації організаційно-технологічного проектування, спрямовані на зменшення ступеня ризику підрядної організації, зокрема в умовах обмежених ресурсів, сезонних коливань та стислих термінів. Окремо розглянуто методики вдосконалення енергоефективності на різних етапах зведення будівель – від проектування до введення в експлуатацію. Теоретично обґрунтовано концептуальні засади впровадження енергоефективних технологій у практику сучасного будівництва. Доведено, що поєднання принципів енергоефективності з сучасними методами організаційно-технологічного проектування сприяє підвищенню надійності, зниженню витрат енергоресурсів, оптимізації управління будівельними процесами та зменшенню технічних і організаційних ризиків при реалізації житлових проектів.

Ключові слова: *будівництво, організаційно-технологічне проектування, організаційно-технологічна надійність, енергоефективність, моделювання, безвідмовність, календарне планування.*

Постановка проблеми. Для підвищення ефективності будівництва необхідно підвищувати організаційно-технологічну надійність з врахуванням енергетичної ефективності будівництва ще на стадії техніко-економічних обґрунтувань. Підвищення енергоефективної якості та ефективності організаційно-технологічних проектів вимагає вдосконалення як наукового, нормативно-методичного забезпечення проектування, так і оснащення проектувальників

сучасним комплексом технічних засобів, комп'ютеризації більшості процесів проектування, створення ефективних інформаційних систем, розвинених баз даних та інтелектуальних систем. В теперішній час відомі численні методи ефективних способів виробництва будівельно-монтажних робіт. Однак цілий ряд з них не отримав належного розвитку в наслідок недостатнього рівня надійності організаційно-технологічного проектування зведення житлових будівель [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Питання організаційно-технологічного забезпечення будівництва житлових об'єктів та підвищення його енергоефективності активно розглядаються в наукових дослідженнях останніх років. Зокрема, в працях провідних вітчизняних та зарубіжних науковців (В.І. Анін, О.І. Бабич, С.В. Дзюба, О.А. Тугай, V. Petráš, M. Kyliä та ін.) обґрунтовано необхідність інтеграції енергоощадних технологій у будівельну практику як чинника зниження загальних витрат та підвищення надійності об'єктів. Значна увага приділяється питанням удосконалення календарного планування, логістики постачання ресурсів і прогнозування тривалості будівельних процесів із застосуванням імовірнісних моделей.

Мета. Вдосконалення загальної методики організаційно-технологічного проектування для підвищення надійності зведення будівель шляхом використання енергоефективного моделювання.

Виклад основного матеріалу. Сутність поняття енергозбереження полягає в реалізації діяльності (організаційної, наукової, практичної), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в будівельному виробництві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.

Перспективи впровадження новітніх технологій будівельного виробництва та водночас раціональне споживання енергетичних ресурсів визначають інноваційний напрямок організаційно-технологічного проектування та підвищення надійності зведення будівель [2-6].

Важливість вдосконалення проектування та моделювання в будівництві дозволяє підвищити надійність зведення будівель. Технічна документація будівельних проєктів концентрується на планах календарного графіку. Надійність будівельного проєкту залежить від напруженості календарного плану, а також від енергоефективної складової. Одним з параметрів календарного плану будівництва, який безпосередньо стосується надійності організаційно-технологічного проектування, є коефіцієнт напруженості K_n роботи.

Коефіцієнтом напруженості K_n роботи $P_{i,j}$ називається відношення тривалості неспівпадаючих (укладених між одними і тими ж подіями) відрізків шляху, одним з яких є шлях максимальної тривалості, що проходить через цю роботу, а іншим – критичний шлях [1, 5, 8]:

$$K_n = \frac{t(L_{\max}) - t_{kp}}{t_{kp} - t_{1kp}}, \quad (1)$$

де $t(L_{\max})$ – тривалість максимального шляху, що проходить через роботу $P_{i,j}$ від початку до кінця сітьового графіка; t_{kp} – тривалість (довжина) критичного шляху; t_{1kp} – тривалість відрізка розглянутого максимального шляху, що збігається з критичним шляхом.

Коефіцієнт напруженості K_n роботи $P_{i,j}$ може змінюватися в межах від 0 (для робіт, у яких відрізки максимального із шляхів, які не збігаються з критичним

шляхом, складаються з фіктивних робіт нульової тривалості) до 1 (для робіт критичного шляху). Чим ближче до 1 коефіцієнт напруженості K_n роботи P_{ij} , тим складніше виконати дану роботу у встановлені терміни. Чим ближче K_n роботи P_{ij} до нуля, тим більшим відносним резервом володіє максимальний шлях, що проходить через дану роботу.

Значення коефіцієнту K_n перебуває у межах $0 < K_n < 1$. Прямо пропорційно зростанню коефіцієнта збільшується складність своєчасного виконання робіт, а отже, зменшується вірогідність досягнення кінцевого результату – введення в дію об'єктів з необхідною якістю, у встановлені терміни з максимальним прибутком підприємства.

Обчислені коефіцієнти напруженості дозволяють додатково класифікувати роботи по зонам. Залежно від величини K_n виділяють три зони: критичну ($K_n > 0,8$); підкритичну ($0,6 < K_n < 0,8$); резервну ($K_n < 0,6$).

Аналіз коефіцієнту K_n дозволяє виявити основні залежності, які впливають на надійність зведення будівлі у заданий термін.

Для зручності проведення дослідження приймемо в якості вихідних даних результати розрахунків організаційно-технологічної моделі зведення 16-ти поверхового житлового будинку. Екстраполяційними методами отримані значення для всього проміжку значень $0 < K_n < 1$.

Таблиця 1

Результати розрахунку організаційно-технологічної моделі будівництва

Процес P_{ij}	$t(L_{max})$, днів	$t_{1_{кр}}$, днів	Співпадіння тривалості шляхів % $t(L_{max}) \leftrightarrow t_{кр}$	K_n
(1,2)	433	433	100	0
(2,3)	365	321	87,9	0,39
(5,6)	378	342	90,5	0,4
(7,8)	337	329	97,6	0,077
(7,9)	381	329	86,35	0,5

До резервної зони входять всі значення, які відповідають ($K_n < 0,6$). Із рис. 1 та 2 видно, що в резервну зону входять роботи, у яких тривалість шляхів, які проходять через них, збігається з тривалістю критичного шляху на більш ніж 83,3%.

Під визначення підкритичної зони підпадають роботи з ($0,6 < K_n < 0,8$). Виходячи з графіку, підкритичними є роботи, у яких співпадіння тривалості шляху, який проходить через них, збігається з тривалістю критичного шляху у межах 73,3 – 83,3 %.

Роботи, у яких $t_{1_{кр}}$ складає менш ніж на 73,3 % від $t(L_{max})$, є критичними, коефіцієнт напруженості перевищує 0,8.

Виконуючи аналіз залежності коефіцієнтів напруженості від співпадіння тривалості шляхів видно, що критичний шлях проходить через роботи, які мають коефіцієнт напруженості $K_n = 0$. Співпадаючі роботи з великою тривалістю, які знаходяться на критичному шляху мають менший коефіцієнт напруженості. В випадку співпадіння менш 70 %, то роботу дуже складно виконати в заданий термін.

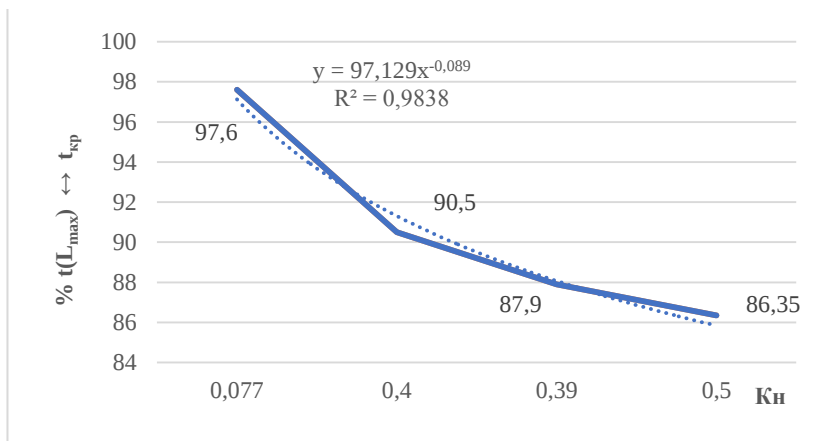


Рис. 1. Графічне зображення залежності K_n від величини співпадіння тривалості шляхів $t(L_{max})$ і $t_{кр}$ у %

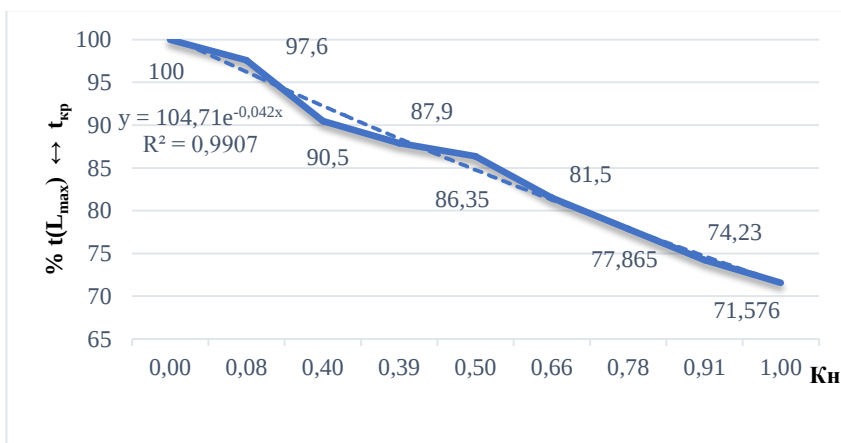


Рис. 2. Графічне зображення залежності K_n від величини співпадіння тривалості шляхів $t(L_{max})$ і $t_{кр}$ у % для значень K_n від 0 до 1

Надійність зведення житлових будівель та енергоефективність істотно впливають на ефективність капітальних вкладень. Підвищення рівня якості організаційно-технологічного проектування та енергоефективність проектів – основний метод отримання максимального прибутку [2, 5, 6].

Серед великої кількості факторів впливу на будівельне виробництво найбільш значними є організаційно-технологічні заходи та енергоефективність. Такі чинники, як тип виробництва, рівень механізації робіт, характер і особливості процесу, природні і метеорологічні умови, призводять до явних і прихованих втрат часу, які часом перевищують 30% від запланованого.

Критерії надійності організаційно-технологічного проектування тісно пов'язані з вірогідністю виникнення відмов під час будівельного процесу, а також рівню енергоефективності. Найбільш ефективним шляхом підвищення надійності організаційно-технологічного проектування є усунення причин виникнення відмов та врахування енергоефективності. На основі аналізу факторів, які спричиняють виникнення відмов при виконанні будівельно-монтажних робіт, розроблені рекомендації, дотримання яких дозволить вдосконалити організаційно-технологічне проектування і підвищити надійність та енергоефективність зведення житлових будівель.

Нижче запропоновані заходи щодо підвищення організаційно-технологічної надійності проектування в будівництві з урахуванням енергоефективності.

Сучасне оперативне управління і планування будівельних процесів визначає енергоефективний напрямок організаційно-технологічного проектування в підвищенні надійності зведення будівель. Система оперативного управління і планування базується на контролі дій всіх виконавців. Сучасні документи розробляються за виробничими нормами тривалості і трудомісткості будівельно-монтажних робіт. Суворе регламентація термінів та методів виконання робіт дозволяє підвищити надійність своєчасного закінчення будівельного процесу із необхідною якістю [9, 10].

Якісна організація служби координації та оперативного контролю. Оперативно-диспетчерська служба забезпечує оперативне керівництво і координацію робіт усіх учасників інвестиційного проекту, ґрунтуючись на графіках виконання робіт, контролює технологічну комплектацію об'єктів виробами і матеріалами, оперативно враховує надходження основних будівельних виробів і конструкцій, виходячи з графіків поставок. Диспетчерська служба стежить за наявністю на складах мінімального запасу виробів і матеріалів, враховуючи енергоефективність будівництва. Від кожної зі сфер діяльності оперативно-диспетчерської служби залежить надійність зведення будівлі за проектом та рівень енергетичної ефективності об'єкту.

Своєчасне забезпечення об'єктів будівельними матеріалами та ресурсами. Для цього розробляються транспортно-технологічні карти погодинної поставки виробів і матеріалів і комплектувальних відомостей, що визначають систему постачання матеріально-технічних ресурсів на кожен об'єкт. Всі рішення, наведені у документах щодо поставок мають бути суворо дотримані.

Створення страхових ресурсних запасів та управління ними. Розрахунок запасу ґрунтується на статистичних даних відмов через відсутність матеріалів і виробів даної будівельно-монтажної організації. Залежно від заданого рівня надійності визначається обсяг страхових запасів на об'єктах будівництва.

Комплексна організаційно-технологічна підготовка будівельного виробництва. Організаційно-технологічна підготовка будівельного виробництва являє собою комплекс організаційних, технічних, технологічних і планово-економічних заходів, що дозволяють реалізувати вимогу рівномірної і безперервної роботи, своєчасне її розгортання та ефективне виконання робіт, підвищення енергетичної ефективності на основі високої організаційно-технологічної надійності проектування будівельного виробництва. Для цього необхідно ретельно і своєчасно виконувати внутрішньо майданчикові підготовчі роботи: здача-прийняття геодезичної розбивочної основи для будівництва; знесення будівель; планування території будмайданчика; прокладка постійних і тимчасових доріг; влаштування тимчасового огородження будівельного майданчика; організація

майданчиків складування і приміщень для будівельних матеріалів; прокладка тимчасових інженерних мереж і комунікацій та їх підключення; організація зв'язку для оперативно-диспетчерського управління; забезпечення будівельного майданчика протипожежним водопостачанням та інвентарем, освітленням і засобами сигналізації, тимчасовими будівлями і спорудами.

Останніми роками енергетична проблема набула особливо загрозливих рис для подальшого розвитку національної економіки України, у зв'язку з цим почала здійснюватися комплексна робота щодо розробки бачення і стратегії розвитку енергетичного сектору, які покликані покращити як загальноекономічний розвиток і добробут країни. Для такої мети запропоновано створити умови для постійного та якісного задоволення попиту на енергетичні продукти; визначити шляхи і створити умови для безпечного, надійного та сталого функціонування енергетики та її максимально ефективного розвитку; забезпечити енергетичну безпеку держави; знизити питомі витрати у виробництві та використанні енергопродуктів; зменшити техногенне навантаження на довкілля та забезпечення цивільного захисту у сфері техногенної безпеки.

Перспективність енергоефективності будівництва по впровадженню новітніх технологій будівельного виробництва та споживання енергетичних ресурсів, когенераційних технологій, а також технологій, що передбачає використання теплових насосів, електричного теплоаккумуляційного обігріву та гарячого водопостачання. Також існують інші сучасні напрями енергоефективності: використання енергії сонця та геотермальної енергії; видобування та використання газу (метану) вугільних родовищ і сланцевого газу як альтернативних видів палива; виробництво та використання біопалива; розвиток вітроенергетики, малої гідроенергетики і біоенергетики; модернізацію газотранспортної системи, систем тепло- та водопостачання, теплових електростанцій та теплоелектроцентралей; здійснення заходів щодо зменшення обсягу споживання енергоресурсів установами, які утримуються за рахунок коштів державного бюджету; зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища; проведення структурної перебудови підприємств, спрямованої на зниження матеріало- та енергоємності виробництва.

Такі стратегічні заходи підкріплюються популяризацією енергоефективних питань серед широких верств населення через засоби масової інформації ефективного та ощадливого споживання паливно-енергетичних ресурсів, введення відповідних питань до програм навчальних закладів, утворення регіональних центрів інформування громадськості.

Розроблена структурно-логічна схема впровадження енергоефективних заходів на рівні окремого будівельного об'єкта. На структурно-логічній схемі впровадження енергоефективних заходів можна побачити хід виконання Енергетичної стратегії на рівні окремого будівельного об'єкту (рис. 3).

Одним з перших шляхів до покращення енергозбереження у будинках є енергетичний аудит. Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) – визначення ефективності використання паливно- енергетичних ресурсів та розроблення рекомендацій щодо її поліпшення.

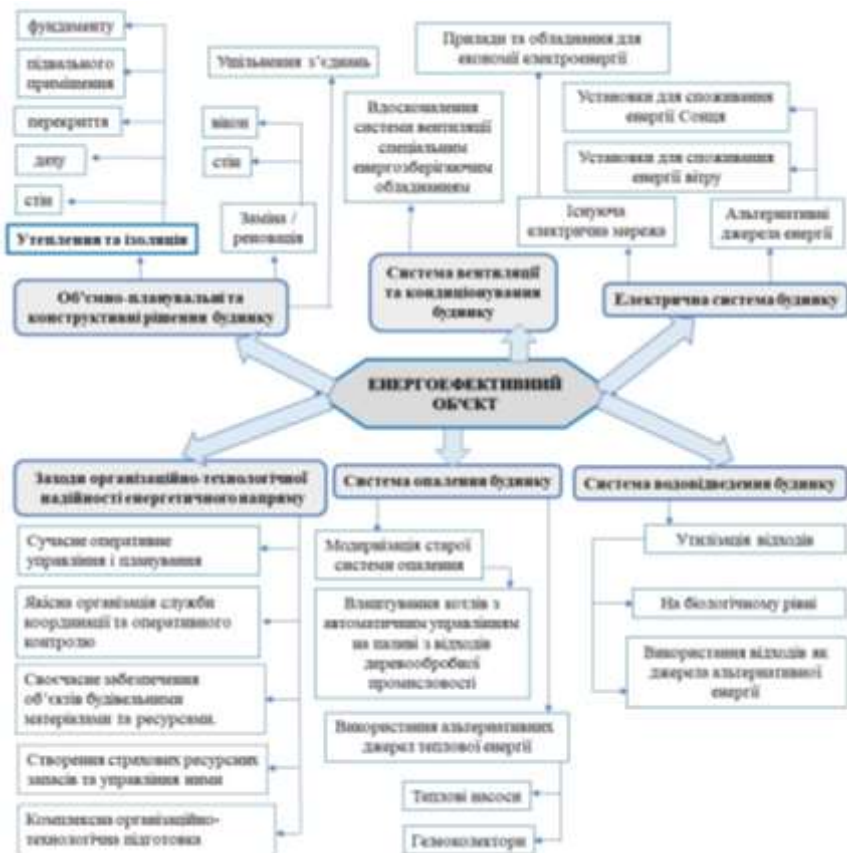


Рис. 3. Структурно-логічна схема впровадження енергоефективних заходів на рівні окремого будівельного об'єкта

Для виконання енергетичних обстежень наявних будівель, проектування енергоощадних будинків та проведення енергоаудитів є кілька методів визначення енергетичного стану. Серед них на увагу заслуговують інструментально-аналітичний метод та метод математичного моделювання.

Сутність першого полягає у вимірюванні параметрів зовнішнього та внутрішнього повітряного середовища за допомогою термометрів, психрометрів, анеометрів та ін.; дистанційне визначення тепловізером температурних полів поверхонь огорожувальних конструкцій з подальшим аналітичним опрацюванням отриманих даних

Другий метод – метод комп'ютерного моделювання – вимагає створення енергетичного макета будівлі за допомогою спеціалізованих програмних продуктів. Незважаючи на те, що ці програми переважно призначені для

інженерних розрахунків, деякі з них придатні для створення проектів енергоефективності будівель житлового та виробничого призначення.

Саме тому, в нашій країні енергозбереження – це питання виживання, що посилюється в умовах світової фінансової кризи. Щодо напрямків енергозбереження в житлово-комунальному секторі, то стратегічним завданням є використання енергоефективних матеріалів, сучасних інженерних мереж та систем, обладнання, приладів обліку та регулювання енергоресурсів на стадії будівництва нових об'єктів, так і модернізація та утеплення наявного житлового фонду. Водночас необхідним є врегулювання законодавчої бази будівництва, використання альтернативних відновлювальних джерел енергії – все це в сукупності забезпечить ефективний механізм скорочення енергоспоживання та дозволить економити значні обсяги дефіцитної енергії.

Підвищення енергоефективності будівельного комплексу забезпечить вирішення цілої низки актуальних проблем сьогодення, а саме: зменшиться вартість утримання житла завдяки більш раціональному та ефективному використанню енергетичних ресурсів; знизиться енергетична залежність країни за рахунок скорочення імпорту дефіцитних паливно-енергетичних ресурсів; покращиться стан навколишнього середовища; активізуються процеси використання альтернативних джерел енергії, і, як наслідок, зменшиться потреба у не відновлювальних природних ресурсах.

Висновки. Вдосконалена загальна методика організаційно-технологічного проектування для підвищення енергетичної надійності зведення житлових будівель; досліджена методика прогнозування термінів зведення житлових будинків на основі імовірісно-статистичного підходу; проаналізований вплив напруженості робіт календарного графіку на надійність зведення житлових будівель; розроблені рекомендації по оптимізації організаційно-технологічного проектування і зменшенню ступеня ризику підрядної організації при зведенні житлових будівель, розглянуті методики вдосконалення енергоефективності в будівництві, обґрунтовані концептуальні основи необхідності впровадження енергоефективних засад при реалізації організаційно-технологічного проектування житлових будівель.

В підвищення рівня енергоефективності об'єкту враховано, що значну частку впливу на надійність зведення житлових будівель здійснює календарний графік, який пов'язаний як з управлінням, так і з реалізацією проекту. Статистичні випробування дослідження дозволяють врахувати імовірнісний характер будівництва і вплив випадкових факторів на процес зведення будинку.

Причини низького рівня організаційно-технологічної надійності проектування і вірогідність зниження планового прибутку криються в фінансових, часових, просторових, організаційних та енергетичних втратах. Виявлені причини дозволили за допомогою розроблених в роботі рекомендацій по забезпеченню надійності оптимізувати організаційно-технологічну надійність проектування, проекту виробництва робіт та підвищити ефективність капітальних вкладень при забезпеченні енергетичної ефективності по термінам введення об'єкта в експлуатацію.

Розроблена структурно-логічна схема енергоефективних заходів на рівні окремого будівельного об'єкта при оптимізації організаційно-технологічної надійності проектування являє собою механізм протидії ризиковим ситуаціям та їх наслідкам і необхідна для підвищення надійності всього будівельного процесу.

Список літератури:

1. Jakubczyk-Galczyńska A, Siemaszko A., Poltavets M. Optimizing Construction Engineering Management Using Metaheuristic Methods and Bayesian Networks. *Applied sciences*, 2024, 14 (Issue 11), 4871. <https://doi.org/10.3390/app14114871>
2. Arutiunian I., Poltavets M., Achacha M., Bondar O., Pavlov F., Gerasymenko O., Kulinich T. Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2021. Vol. 21. No. 3. pp. 141-144. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19>
3. Arutiunian I., Poltavets M., Bondar O., Anin V., Pavlov F. Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2020. Vol. 9, No. 4. P. 4794-4797. <https://doi.org/10.30534/ijatce/2020/87942020>
4. Діак І.В. Енергозбереження: реалії сьогодення. *Дзеркало тижня*. 2008. № 21(700). С. 9.
5. Дзядикович Ю.В., Буряк М.В., Розум Р.І. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження. *Інноваційна економіка*. 2011. №2. С. 119 - 122.
6. Дудар І.Н., Риндюк С.В. Енергоефективні матеріали та конструкції для теплового захисту будівель і споруд. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2017. Вип. 23, (2), С. 31-35 <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/523/508>
7. Мартиш О.О., Мартиш О.П., Павлов Ф.І., Полтавець М.О. Аналіз організаційно-технологічної надійності на рівні визначення часових параметрів календарного плану. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. Вип. №2 (251-252). С. 22-29.
8. Саницький М.А., Позняк О.Р., Маруша У.Д. Енергозберігаючі технології в будівництві: навч. посібн. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013. 236 с.
9. Сердюк В.Р., Франишина С.Ю. Енергозбереження в будівництві – вимога сьогодення. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2009. № 4. С. 17-21
10. Полтавець М.О., Лахтаренко О.І. Технології оцінки експлуатаційної якості промислової будівлі внаслідок часткової військової руйнації. *Мости та тунелі: теорія дослідження, практика*. 2024. № 25. С. 87-95. <https://doi.org/10.15802/bttrp2024/303399>

References:

1. Jakubczyk-Galczyńska, A, Siemaszko, A., Poltavets, M. (2024). Optimizing Construction Engineering Management Using Metaheuristic Methods and Bayesian Networks. *Applied sciences*, 14 (Issue 11), 4871. <https://doi.org/10.3390/app14114871>
2. Arutiunian, I., Poltavets, M., Achacha, M., Bondar, O., Pavlov, F., Gerasymenko, O., Kulinich, T. (2021). Effective Concepts of Harmonious Management of Production Systems. *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 21. No. 3. pp. 141-144. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.3.19>
3. Arutiunian, I., Poltavets, M., Bondar, O., Anin, V., Pavlov, F. (2020). Structural Information Management of Production Systems in Construction. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. Vol. 9, No. 4. P. 4794-4797. <https://doi.org/10.30534/ijatce/2020/87942020>
4. Diyak, I.V. (2008). Energy Saving: Realities of the Present. *Mirror of the Week*. № 21(700). P. 9.
5. Dziadykevych, Yu.V., Buryak, M.V., Rozum, R.I. (2011). Methods for assessing the effectiveness of investments in energy saving. *Innovative economy*, 2, 119-122.

6. Dudar, I.N., Ryndyuk, S.V. (2017). Energy Efficient Materials and Structures for Thermal Protection of Buildings and Structures. *Modern Technologies, Materials and Structures in Construction*. Vol. 23, (2), pp. 31-35
<https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/523/508>

7. Martysh, O.O., Martysh, O.P., Pavlov, F.I., Poltavets, M.O. (2019). Analysis of organizational and technological reliability at the level of determining the time parameters of the calendar plan. *Bulletin of the Prydniprovskiy State Academy of Civil Engineering and Architecture*. Vol. No. 2 (251-252). Pp. 22-29.

8. Sanitskiy, M.A., Poznyak, O.R., Marushcha, U.D. (2013). Energy-saving technologies in construction. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House.

9. Serdyuk, V.R., Franyshyna, S.Y. (2009). Energy saving in construction is a requirement of today. *Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute*. № 4. Pp. 17-21.

10. Poltavets, M.O., Lakhtarenko, O.I. (2024). Technologies for assessing the operational quality of an industrial building as a result of partial military destruction. *Bridges and Tunnels: Research Theory, Practice*. №25. Pp. 87-95.
<https://doi.org/10.15802/bttrp2024/303399>

Maryna POLTAVETS, Dmytro HALUSHKO

Energy efficient direction of organizational and technological design in increasing the reliability of buildings

The article presents an improved general methodology of organizational and technological design aimed at increasing the energy reliability of the process of erecting residential buildings. The expediency of taking into account energy factors at the early stages of organizational planning, which allows to ensure not only high efficiency of construction, but also to increase the energy efficiency of the future facility, has been substantiated. Particular attention is paid to the methodology for forecasting the timing of the construction of residential buildings using the probabilistic-statistical approach, which allows reducing the level of uncertainty in planning the terms and increasing the accuracy of work schedules. The influence of the intensity of work in the calendar planning on the overall reliability of construction and installation processes has been studied, the limit values of permissible deviations in the rhythm of work performance, which ensure the stability of the schedule, have been determined. Practical recommendations for optimizing organizational and technological design have been developed aimed at reducing the degree of risk of the contractor, in particular in conditions of limited resources, seasonal fluctuations and tight deadlines. Methods for improving energy efficiency at different stages of building construction – from design to commissioning – are considered separately. The conceptual foundations of the introduction of energy-efficient technologies in the practice of modern construction are theoretically substantiated. It has been proved that the combination of energy efficiency principles with modern methods of organizational and technological design helps to increase reliability, reduce energy consumption, optimize construction process management and reduce technical and organizational risks in the implementation of residential projects.

Keywords: *construction, organizational and technological design, organizational and technological reliability, energy efficiency, modeling, reliability, calendar planning.*