

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

на тему: «Організаційно-технологічне моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1922-пцб-1
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

освітньої програми «Промислове і цивільне будівництво»

Головешкін В.В.

Керівник доц., к.т.н. Самченко Р.В.

Рецензент доц., к.т.н. Мишук К.М.

Запоріжжя
2023 рік

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістерський рівень
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр та назва)
Освітньо-професійна програма «Промислове і цивільне будівництво»
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
« » 20 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Головешкіну Владиславу Вадимовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Організаційно-технологічне моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів

Керівник роботи Самченко Роман Васильович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «0» травня 2023 року № 37-с


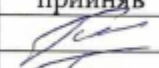




2 Строк подання студентом роботи 30.11.2023 р.

3 Вихідні дані до роботи Актуальність обраного напрямку досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Провести аналіз теоретичних аспектів організації будівельного виробництва реконструкції будівель ВНЗ. Розробити перелік технологічних процесів реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування енергоефективних заходів, виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, його впливу на споживаний ресурс і отриману енергетичну ефективність. Визначити особливості виконання робіт з реконструкції в умовах ВНЗ з побудовою залежності виконання робіт від організації навчального процесу, фінансування та заходів з техніки безпеки.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Самченко Р.В., доц.		
Розділ 2	Самченко Р.В., доц.		
Розділ 3	Самченко Р.В., доц.		

7 Дата видачі завдання 19.05.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 Теоретичні аспекти організації будівельного виробництва реконструкції будівель вищих навчальних закладів	22 вересня	
2	Розділ 2 Організаційно-технологічне моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів	20 жовтня	
3	Розділ 3 Практичні результати організаційно-технологічного моделювання реконструкції будівельних вищих навчальних закладів	30 листопада	

Студент


(підпис)

В.В. Головешкін
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Р.В. Самченко
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)

Н.О. Данкевич
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Головешкін В.В. Організаційно-технологічне моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Р.В. Самченко. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2023.

Розроблено перелік ТП з урахуванням застосування ЕЕМ, який сформований, виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, впливу на споживаний ресурс та енергозберігаючий ефект. Запропоновано методику організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів. Проведено аналіз матеріально-технічної бази ВНЗ ЧДТУ, аналіз стану енергозбереження комплексу будівель, на підставі якого було прийнято рішення щодо доцільності проведення експерименту на прикладі навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ.

Ключові слова: реконструкція, енергоефективність, технологічний процес, організаційно-технологічні рішення.

Список публікацій магістранта:

Головешкін В.В., Самченко Р.В. Організаційно-технологічне моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (17-20 жовтня 2023 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя: ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ, 2023.

ABSTRAKT

Goloveshkin V.V. Organizational and technological modeling of reconstruction of buildings of higher educational institutions.

Qualifying thesis for obtaining a master's degree in higher education, specialty 192 - Construction and civil engineering, supervisor R.V. Samchenko. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

A list of TPs has been developed taking into account the application of EEM, which is formed based on the main structural element of the building, the impact on the consumed resource and the energy-saving effect. The method of organizational and technological modeling of the reconstruction of higher education institutions is proposed, taking into account the application of EEM based on the principles of forming resource and technological modules. An analysis of the material and technical base of the ChTTU university, an analysis of the state of energy saving of the complex of buildings was carried out, on the basis of which a decision was made regarding the expediency of conducting an experiment on the example of the educational and laboratory building of the ChTTU.

Keywords: reconstruction, energy efficiency, technological process, organizational and technological solutions.

List of publications of the master's student:

Goloveshkin V.V., Samchenko R.V. Organizational and technological modeling of reconstruction of buildings of higher educational institutions. Materials of the III All-Ukrainian scientific and practical conference with the participation of young scientists "Current issues of sustainable scientific, technical and socio-economic development of the regions of Ukraine" (October 17-20, 2023, Zaporizhzhia). Zaporizhzhia: INNI named after Yu.M. Potebni ZNU, 2023.

ЗМІСТ:

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	10
1.1 Аналіз організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель ВНЗ	10
1.2 Особливості державної політики у галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності будівель бюджетних установ	18
1.3 Комплексний аналіз технічного стану та енергозбереження будівель ВНЗ	26
2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	39
2.1 Основні технологічні процеси реконструкції будівель ВНЗ	39
2.2 Організаційно-технологічне моделювання реконструкції на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів	53
2.3 Оцінка ефективності організації технологічних процесів реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ	66
3 ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ОРГАНІЗАЦІЙНО -ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ	74
3.1 Технологічні процеси реконструкції ЧДТУ	74
3.2 Ресурсно-технологічні модулі основних енергозберігаючих заходів	80
3.3 Організаційно-технологічна модель будівельного виробництва під час реконструкції навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ	84
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	95

ВСТУП

Актуальність теми. Україна продовжує посідати досить високе місце в енергетичному секторі, видобутку та переробці сировини, створенні конкурентно спроможної економіки знань і високих технологій. Це зумовило стратегію країни на підвищення енергетичної ефективності в усіх сферах життєзабезпечення суспільства. Крім того, для цього необхідне формування умов безперервної появи інноваційних компаній у секторах економіки, і насамперед у сфері економіки знань. Іншими словами, стратегічна політика України спрямована на модернізацію та інноваційний розвиток країни через підвищення рівня якості освіти, зокрема вищої освіти.

Кожен вищий навчальний заклад (далі ВНЗ) має на своєму балансі одночасно безліч будівель різного призначення: навчального, адміністративного, лабораторно-дослідницького, спортивного,

виробничого тощо. І для того, щоб вони відповідали сучасним вимогам, необхідно провести комплексну модернізацію ВНЗ, тобто його реконструкцію. До різних категорій будівель висуваються свої вимоги щодо мікроклімату, класу відповідальності та категорії пожежної безпеки, а з появою низки нормативно-правових актів у сфері енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності будівель (далі - ЕЕ) позначилося, що немає достовірних методик для комплексної реконструкції будівель вищих навчальних закладів з огляду на розроблення енергозберігальних заходів.

Як правило, методики організації будівельного виробництва під час реконструкції та методики впровадження енергозберігаючих та енергоефективних заходів (далі ЕЕМ) застосовують окремо, що не дає змоги моделювати організаційно-технологічні рішення, спрямовані на підвищення рівня технічної експлуатації будівель.

Одним із напрямів, здатних забезпечити ефективність організаційно-технологічних рішень, спрямованих на підвищення рівня технічної експлуатації будівель з урахуванням застосування ЕЕМ, є підвищення ефективності організації технологічних процесів під час реконструкції будівель, що підтверджує актуальність теми дослідження.

Метою **магістерської роботи** є розроблення методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції будівель вищих навчальних закладів з урахуванням застосування енергозберігаючих та енергетично ефективних заходів на основі принципів формування ресурсно-технологічних модулів.

Для досягнення поставленої мети в магістерській роботі вирішуються такі основні **завдання дослідження**:

- провести аналіз теоретичних аспектів організації будівельного виробництва реконструкції будівель ВНЗ;
- розробити перелік технологічних процесів реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування енергоефективних заходів (далі ЕЕМ), виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, його впливу на споживаний ресурс і отриману енергетичну ефективність;
- Запропонувати основи проведення оцінки технологічного процесу (далі ТП) за економічними, матеріальними та ресурсними показниками;
- визначити особливості виконання робіт з реконструкції в умовах ВНЗ з побудовою залежності виконання робіт від організації навчального процесу, фінансування та заходів з техніки безпеки;

Об'єкт дослідження — є організаційно-технологічні процеси при реконструкції будівель ВНЗ.

Предмет дослідження — РТМ та економічна оцінка ефективності організаційно-технологічних процесів під час реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ.

Методи досліджень включали вивчення та аналіз зарубіжного досвіду, узагальнення технологічних рішень, що застосовуються в будівельному виробництві.

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- розроблено перелік технологічних процесів з урахуванням застосування енергоефективних заходів, який сформований, виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, впливу на споживаний ресурс та енергозберігаючий ефект.

- запропоновано методику організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування енергоефективних заходів на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів.

Апробація роботи. Основні положення роботи опубліковані на III Всеукраїнській науково-практичній конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» у секції «Промислове та цивільне будівництво» (2023, м. Запоріжжя).

Структура роботи. Структурно робота складається з вступу, трьох розділів, висновків. Загальний обсяг 96 сторінок. Включає 31 рисунок, 11 таблиць, список використаних джерел з 19 пунктів.

1 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

1.1 Аналіз організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель ВНЗ

Україна посідає досить високе місце в енергетичному секторі, видобутку та переробці сировини, створенні конкурентно спроможної економіки знань і високих технологій. Але для цього необхідне формування умов безперервної появи інноваційних компаній у секторах економіки, і насамперед у сфері економіки знань. Усе це планується досягати реалізацією державних програм у п'яти основних сферах стратегічного спрямування країни:

- нова якість життя,
- інноваційний розвиток і модернізація економіки,
- збалансований регіональний розвиток,
- ефективна держава,
- забезпечення національної безпеки,

Іншими словами, стратегічна політика України спрямована на модернізацію та інноваційний розвиток країни в усіх сферах життєзабезпечення суспільства. Пріоритетом стратегії 2020 року був розвиток п'яти основних сфер життєдіяльності, одними з них були розвиток науково-технічного комплексу ЕЕ та економічного комплексу в період до 2020 року. Стратегія після 2020 року спрямована на поліпшення якості життя населення і містить також п'ять напрямів, зокрема розвиток освіти та інноваційний розвиток економіки. Досягнення цілей стратегічного розвитку країни здійснюється реалізацією 43 державних програм.

Одним із завдань держпрограми "Розвиток освіти" є забезпечення досягнення високого стандарту якості змісту і технологій на всіх рівнях освіти.

Держпрограма Інноваційний розвиток та модернізація економіки має забезпечити розвиток енергетики (підпрограма Енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності), підвищення якості освіти, економічний розвиток та інноваційний розвиток економіки.

Крім того, не варто випускати з уваги демографічну обстановку в країні - держава активно підтримує збільшення чисельності населення шляхом природного приросту. Згідно з даними [8] та [2], до 2017 року спостерігається стабільне зростання народжуваності населення, отже, у прогнозі на освіту до 2034 року збільшуватиметься потреба в закладах освіти, зокрема вишах, та їхньому збільшенні основних фондів.

Незважаючи на те, що в період з 1994 - 2002 рр. (студенти ВНЗ з 2016 по теперішній момент часу) народжуваність перебувала в діапазоні флет, з 2015 р. відбулися зміни в системі вищої освіти, а саме: політика держави була спрямована на підвищення якості освіти, що неминуче призвело до скорочення кількості навчальних закладів (рис.1.1) згідно з даними Міносвіти України [8].

З 2015 р. йде скорочення неефективних ВНЗ. Це призвело до підвищення конкуренції серед абітурієнтів і стимуляції розвитку ВНЗ у комплексі. Високі стандарти до умов і якості освіти продиктовані держпрограмами країни.

Довголіття функціонування ВНЗ полягає в його постійному розвитку. Оцінка контингенту студентів засвідчила, що їхня кількість перебуває в умовному сталому діапазоні, але забезпечення матеріальною базою вишу нині не задовольняє розширеним функціям, що їх здійснюють виші (науково-дослідна діяльність, перепідготовка кадрів, підвищення кваліфікації, виховання, прикладне виробництво та ін.).

На практиці це пояснюється безперервним розвитком і будівель, що стоять на балансі ВНЗ. Найважливіше завдання, що стоїть на сьогоднішній день

перед розвитком ВНЗ, - це поєднання нової забудови і сучасних вимог з існуючими комплексами будівель ВНЗ [5].



Рисунок 1.1 – Динаміка чисельності студентів

За даними Міносвіти України [5] на 2018-2019 навчальний рік на території України функціонують 350 організацій вищої освіти, з них 140 державних вищих навчальних закладів різного спрямування (рис.1.2).

Кожен ВНЗ має на своєму балансі одночасно безліч будівель різного призначення: навчального, адміністративного, лабораторно-дослідницького, спортивного, виробничого тощо.

До різних категорій будівель висуваються свої вимоги щодо мікроклімату, класу відповідальності та категорії пожежної безпеки. Експлуатація та обслуговування одночасно такого комплексу будівель різного призначення потребує системного підходу. Отже, і технологічні процеси при проведенні реконструкції будівель ВНЗ слід розглянути з урахуванням специфіки експлуатації та призначення будівель.



Рисунок 1.2 – Класифікація ВНЗ з наукових напрямів

Було проведено кількісну оцінку наявних будівель державних ВНЗ з погляду року введення в експлуатацію і проведення ремонтно-будівельних робіт станом на 2018 р. Оскільки основні площі будівель ВНЗ - це будівлі навчального призначення та житлового (Рис. 1.3), які становлять понад 90% усіх будівель, то класифікацію будівель було розбито на три групи: загальна кількість, навчально-лабораторні будівлі та гуртожитки.

З отриманих даних видно, що понад 65% будівель ВНЗ віку старше 60 років. Крім того, з 10947 будівель ВНЗ ремонтні роботи не проводилися або проводилися до 2001 р. (понад 20 років тому) у 7037 будівель, що становить понад 64%.

З огляду на рік спорудження (введення в експлуатацію), проведення ремонтних робіт, фізичний і моральний знос будівель, необхідно проаналізувати засади будівництва та проектування наявних будівель ВНЗ.



Рисунок 1.3 – Розподіл будівель державних вузів за призначенням

Проведено аналіз нормативно-правової документації періоду спорудження наявних будівель ВНЗ. Згідно з [15] наявні будівлі та споруди ВНЗ проектували, виходячи з контингенту тих, хто навчається: студентів очної (денної) форми навчання, заочної форми навчання, вечірнього навчання, а також тих, хто навчається на підготовчих курсах. А кількість студентів ВНЗ розраховували за формулою (1.1):

$$N = n \cdot t + 10\% n_3 \quad (1.1)$$

де N - кількість студентів, чол,

n - кількість студентів денної форми навчання за планом прийому за спеціальностями, осіб,

t - термін навчання студентів денної форми навчання, років, n_3 - кількість студентів заочної форми навчання, осіб.

Для медичних інститутів розрахунок кількості студентів приймається за формулою (1.2):

$$N_M = n * t + 50\% n_B \quad (1.2)$$

де N_M - кількість студентів медичних ВНЗ, осіб,

n_B - кількість студентів вечірньої форми навчання, осіб.

Архітектурно-планувальні рішення комплексів будівель ВНЗ - "студентських містечок

"студентських містечок" можуть включати такі функціонально-планувальні зони як [12]:

- навчальна зона: будівлі факультетів, інститутів із кафедрами, аудиторіями, лабораторіями тощо;
- науково-дослідна зона (у більшості випадків поєднується з навчальною зоною);
- житлова зона: студентські гуртожитки, житлові комплекси та гуртожитки для професорсько-викладацького складу, працівників науково-дослідних і конструкторських підрозділів та обслуговуючого персоналу;
- адміністративно-побутова зона: ректорат, бібліотека, актова зала, музей, пункти харчування тощо;
- навчально-виробнича зона;
- фізкультурно-спортивна зона (можливий поділ на спортивно-видовищну та фізкультурно-тренувальну);
- оздоровчо-паркова зона: ботанічні сади, санаторії-профілакторії, водні та фізкультурні будівлі і споруди тощо;
- інженерно-технічна зона і зона господарського обслуговування: майстерні, склади, гаражі тощо.

Підрозділи будівель комплексів ВНЗ відповідно до їхньої архітектурно-планувальної структури [16]:

- кафедри з кабінетами та лабораторіями;
- навчальні аудиторії;
- науково-дослідні підрозділи;

- музеї;
- навчально-дослідні господарства;
- ботанічні сади;
- навчально-виробничі будівлі та споруди;
- бібліотеки, технічний центр, обчислювальний центр, телецентр тощо;
- спортивні споруди та відриті спортмайданчики;
- адміністративно-господарські (ректорат, адміністрація, господарські);
- експериментальні виробництва;
- культурно-побутові будівлі: їдальні, поліклініки, санаторії-профілакторії, спорттабори, торгові центри, тощо;
- склади, друкарні, ремонтні майстерні, котельні, компресорні, трансформаторні підстанції тощо;

Класифікація і структура будівель ВНЗ з диференціацією площ наведена в табл. 1.1.

Основними показниками будівель ВНЗ є будівельний об'єм, нормована та загальна площа будівлі.

Основними розрахунковими площами є навчально-виробничі площі, у т.ч. аудиторний фонд.

Навчальні аудиторії класифікуються залежно від місткості приміщення та його функціонального призначення. За місткістю аудиторії поділяються на групові на 25 осіб, напівгрупові на 12 – 13 осіб, лекційні на 50 та більше осіб.

Лекційні аудиторії у свою чергу класифікуються на малі аудиторії з загальним числом місткості 50 і 75 місць, і на великі, які мають місткість від 100 до 400 місць. За функціональним призначенням лекційні аудиторії поділяються на: неспеціалізовані та спеціалізовані. Перші призначені щодо лекцій загального призначення без проведення дослідів, а другі щодо лекцій з демонстрацією дослідів - хімічні фізичні та інших.

Аналіз досліджень у галузі організації технологічних процесів при реконструкції таких будівель показав, що ці питання розглянуті досить повно у

Таблиця 1.1 – Класифікація основних фондів ВНЗ (з диференціацією площ)

Навчально-виробничі площі	Навчально-виробничі площі	Навчально-виробничі площі	Площі приміщень іншого призначення	Підсобна площа приміщення	Технічний простір та площа
<p>Аудиторний фонд</p> <ul style="list-style-type: none"> - Великі лекційні аудиторії, малі аудиторії, кабінети програмованого навчання, зали курсового проектування - Креслярських залів; - Приміщення кафедр (загальноінститутські та факультетські); - Навчальні кабінети та лаборантські, лабораторії; - Міжфакультетські лабораторії; - Міжкафедральні лабораторії; - Споруди кафедр фізкультури та спорту; - Навчально-виробничі майстерні. 	<p>Бібліотеки</p> <ul style="list-style-type: none"> - Центральна факультетська, філії; - Споруди кафедр фізичного виховання та спорту. 	<p>Обслуговуючі</p> <ul style="list-style-type: none"> - Санітарні вузли, буфети, - Здравопункти. 	<p>Науково-дослідні приміщення при кафедрах</p> <ul style="list-style-type: none"> - викладацькі, аспірантські, лабораторії БІУ 	<p>Комунікаційні приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Коридори, тамбури, переходи. 	<p>Технічний простір та площа</p>
<p>курсівого проектування креслярських залів;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Приміщення кафедр (загальноінститутські та факультетські); - Навчальні кабінети та лаборантські, лабораторії; - Міжфакультетські лабораторії; - Міжкафедральні лабораторії; - Споруди кафедр фізкультури та спорту; - Навчально-виробничі майстерні. 	<p>Видовищний комплекс</p> <ul style="list-style-type: none"> - Акторний зал із підсобними приміщеннями; - Клубний зал. 	<p>Рекреаційні приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Вестибюль; - Гардероб; - Рекреація, хол. 	<p>Студентські наукові організації</p> <ul style="list-style-type: none"> - Студентські проектні та конструкторські бюро студентські наукові товариства та ін; - Навчально-виробничі майстерні; - Міжвузівські наукові центри; - Навчально-виробничі підрозділи: ветеринарні лікарні, базові медико-санітарні установи, теплиці, полігони та ін. 	<p>Технічне приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - електрощитові, душові, вентиляційні камери, бойлерні, камери кондиціонування, газорегуляторні, щитові компресорні (не навчальні) автоклави, криогенні 	<p>Площа стін, перегородок несучих конструкцій шахти, ліфти, сходи, сміттєпроводи, стінні вбудовані шафи</p>
<p>курсівого проектування креслярських залів;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Приміщення кафедр (загальноінститутські та факультетські); - Навчальні кабінети та лаборантські, лабораторії; - Міжфакультетські лабораторії; - Міжкафедральні лабораторії; - Споруди кафедр фізкультури та спорту; - Навчально-виробничі майстерні. 	<p>Адміністративно - господарські приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ректорат, адміністрація, деканати, господарська частина, архіви, комори, громадські організації; - Музеї; загальноінститутські, факультетські, кафедральні; - Технічний центр: телецентр, кіно – фотолабораторії; - Діальні 	<p>Господарські приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Комендантські; - Господарсько- побутові приміщення, склади, ремонтні майстерні. 	<p>Студентські наукові організації</p> <ul style="list-style-type: none"> - Студентські проектні та конструкторські бюро студентські наукові товариства та ін; - Навчально-виробничі майстерні; - Міжвузівські наукові центри; - Навчально-виробничі підрозділи: ветеринарні лікарні, базові медико-санітарні установи, теплиці, полігони та ін. 	<p>Технічне приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - електрощитові, душові, вентиляційні камери, бойлерні, камери кондиціонування, газорегуляторні, щитові компресорні (не навчальні) автоклави, криогенні 	<p>Площа стін, перегородок несучих конструкцій шахти, ліфти, сходи, сміттєпроводи, стінні вбудовані шафи</p>
<p>курсівого проектування креслярських залів;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Приміщення кафедр (загальноінститутські та факультетські); - Навчальні кабінети та лаборантські, лабораторії; - Міжфакультетські лабораторії; - Міжкафедральні лабораторії; - Споруди кафедр фізкультури та спорту; - Навчально-виробничі майстерні. 	<p>Адміністративно - господарські приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ректорат, адміністрація, деканати, господарська частина, архіви, комори, громадські організації; - Музеї; загальноінститутські, факультетські, кафедральні; - Технічний центр: телецентр, кіно – фотолабораторії; - Діальні 	<p>Господарські приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - Комендантські; - Господарсько- побутові приміщення, склади, ремонтні майстерні. 	<p>Студентські наукові організації</p> <ul style="list-style-type: none"> - Студентські проектні та конструкторські бюро студентські наукові товариства та ін; - Навчально-виробничі майстерні; - Міжвузівські наукові центри; - Навчально-виробничі підрозділи: ветеринарні лікарні, базові медико-санітарні установи, теплиці, полігони та ін. 	<p>Технічне приміщення</p> <ul style="list-style-type: none"> - електрощитові, душові, вентиляційні камери, бойлерні, камери кондиціонування, газорегуляторні, щитові компресорні (не навчальні) автоклави, криогенні 	<p>Площа стін, перегородок несучих конструкцій шахти, ліфти, сходи, сміттєпроводи, стінні вбудовані шафи</p>

дослідженнях таких вчених, як В.А.Афанасьєв, Л.Г. Дікман, А.А. Лapidус, Ю.Б.Монфред, В.І. Теліченко, Т.М. Цай, А.К. Шрейбер та ін.

У всіх роботах згаданих авторів відсутні теоретичні дослідження та практичні рекомендації щодо оцінки та вибору раціональних варіантів організації технологічних процесів при реконструкції громадських будівель, виходячи з конкретних умов виконання робіт. Зокрема, для ВНЗ не розглянуто таких питань як можливість моделювати технологічні процеси будівельно-монтажних робіт із збереженням навчального процесу.

Відповідно до вимог сучасного законодавства України, при реконструкції будівель та споруд громадського призначення мають використовуватись енергоефективні технології. Іноді це може бути однією з причин реконструкції, наприклад, якщо потрібно забезпечити необхідне значення опору теплопередачі стін у зв'язку зі зміною нормативних значень [2].

1.2 Особливості державної політики у галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності будівель бюджетних установ

Питання енергозбереження для бюджетних установ та у т.ч. для ВНЗ піднімалися у політиці України досить часто, до них пред'являються цілком конкретні вимоги, проте рішення щодо підвищення енергетичної ефективності та реалізація ЕЕМ розглянуті переважно для житлових будівель, великих комерційних корпорацій та промислових підприємств [1, 2].

Розробками у сфері ЕЕ у різних галузях економіки займалися такі дослідники як В.Г. Гагарін, Л.А., Данилов, А.М. Дмитрієв,

В.І. Леденєв, В.В. Малявіна, Ю.А. Матросов, П.В. Монастирьов, Л.В. Примаєк, Г.А. Романов, В.М. Семенов, В. Файст, Л.М. Чернишов, І.Л. Шубін та ін.

У роботах даних дослідників відображено методи ЕЕМ у рамках «Державної програми ЕЕ до 2020 року» та техніко-економічні оцінки ефективності проведення даних заходів.

З аналізу, поданого на роботах І.А. Башмакова та В.І. Башмакова, Ш.Г. Зігашина, С.Б. Сборщикова та ін., слід зазначити, що політика енергозбереження УКРАЇНИ досі охоплює не всі основні галузі економіки розвитку. Не враховується реалізація ЕЕМ під час виконання робіт із реконструкції будівель, т.к. ЕЕМ входять до інших програм розвитку економіки України та значно підвищують витрати при реконструкції [8, 9].

В рамках роботи було проведено аналіз наступних інформаційних джерел:

- Аналітичний центр за Урядом України;
- Міжнародне енергетичне агентство (МЕА);
- Українська енергетична агенція (УЕА);
- Центр з ефективного використання енергії (ЦЕНЕФ);
- Державна інформаційна система в галузі ЕЕ (ДВС «Енергоефективність»);
- некомерційне партнерство інженерів (НП «АВОК»);

а також даних, які у наукових дослідженнях таких вчених як І.А. Башмаков, В.І. Башмаков, Г.П. Васильєв, П.Г. Грабовий, В.В. Зайцев, Л.В. Сайкін, Ю.А. Табунщиков, Н.П. Умнякова та ін.

Аналіз інформаційних джерел пов'язані з проблемою реалізації ЕЕМ під час реконструкції будівель ВНЗ показав, що вивчалися і розроблялися питання моделювання організації технологічних процесів з допомогою енергозберігаючих технологій, тобто. відсутні методики, що дозволяють здійснювати моделювання процесу реконструкції ВНЗ з урахуванням ЕЕМ за різними критеріями [8, 9, 10, 11].

ЕЕ та організаційно-технологічні рішення належать до основних напрямів розвитку української економіки, тому виконання вимог двох напрямів розвитку

економіки одночасно допоможе підвищити показники ефективності результатів робіт та оптимізувати виконання робіт при реконструкції громадських будівель [6].

Проведений аналіз теоретичних досліджень обґрунтував необхідність розробки методики, що дозволяє моделювати технологічні процеси при реконструкції будівель ВНЗ з підвищенням їхньої енергетичної ефективності.

У ході проведення досліджень було виконано аналіз нормативно-правової бази України в галузі ЕЕ, з якого було виділено її структуру:

- міський рівень;
- обласний рівень;
- Законодавство місцевого самоврядування та приватних організацій.

На міському рівні регулювання ЕЕ здійснюється законами, постановами та розпорядженнями Уряду України, наказами міністерств та іншими нормативно-правовими актами. С 2019 року, згідно з розпорядженням уряду УКРАЇНИ, ЕЕ перебуває у віданні Міністерства економічного розвитку УКРАЇНИ. Основним нормативно-правовим актом, що регулює сферу ЕЕ в Україні, на сьогоднішній день є ФЗ-261, яким встановлено, що дотримання вимог ЕЕ є обов'язковим для наступних осіб:

- органи державної влади, органи місцевого самоврядування, наділені правами юридичних лип:
- організації з участю держави чи муніципального освіти;
- організації, які здійснюють регульовані види діяльності;
- організації, що здійснюють виробництво та (або) транспортування води, природного газу, теплової енергії, електричної енергії, видобуток природного газу, нафти, вугілля, виробництво нафтопродуктів, переробку природного газу, нафти, транспортування нафти, нафтопродуктів [12];
- організації сукупні витрати на споживання природного газу, дизельного та іншого палива, мазуту, теплової енергії, вугілля, електричної енергії перевищують п'ять мільйонів гривень за календарний рік;

- організації, що проводять заходи в галузі ЕЕ, фінансовані повністю чи частково з допомогою коштів бюджету, місцевих бюджетів [6].

У законі також зазначається, що даним організаціям необхідно було організувати та провести перше енергетичне обстеження до 31 грудня 2012 року, наступні енергетичні обстеження – не рідше ніж один раз кожні п'ять років [14], а недотримання термінів проведення первинного обов'язкового енергетичного обстеження тягне у себе накладення адміністративної ответственности. Проте з 2018 року проведення планового енергетичного обстеження для бюджетних організацій, а відтак і ВНЗ було замінено на декларацію споживання енергетичних ресурсів та даних про їх економію, яка подається організацією до відповідних контролюючих органів. А з 2019р. Енергетичне обстеження проводиться у добровільному порядку, але виконання вимог ЕЕ, як і раніше, залишаються обов'язковими. Також згідно з Постановою Уряду України від 25 січня 2011 року № 20, ВНЗ включені до державної інформаційної системи в галузі ЕЕ та зобов'язані один раз на квартал протягом місяця після закінчення кварталу надсилати інформацію про хід реалізації заходів у галузі ЕЕ оператору державної інформаційної системи. А також інформацію ще з восьми позицій, включаючи шість форм статистичної звітності, серед яких слід зазначити інформацію про оснащеність приладами обліку, про форми та обсяги підтримки громадян та організацій у здійсненні заходів у галузі ЕЕ тощо [13].

Рентабельність проведених енергетичних обстежень обґрунтована та може становити від 2-х місяців та вище. Крім того, у багатьох ВНЗ можливі заходи організаційного плану без фінансових витрат – безвитратні заходи. Проте проведення енергетичного обстеження правомочно здійснювати лише енергоаудиторська організація, яка є членом саморегулювних організацій (далі СРО) у сфері ЕЕ.

Наступний основний момент законодавства – це оснащення приладами обліку. Відповідно до ФЗ-261 ВНЗ до 1 січня 2011 р. зобов'язані забезпечити

завершення проведення заходів щодо оснащення будівель приладами обліку споживаних енергетичних ресурсів. Те саме стосується і філій державних ВНЗ, що знаходяться на самозабезпеченні. Слід зазначити, що недотримання вимог щодо оснащення приладами обліку також тягне за собою накладення адміністративної відповідальності.

Виходячи з даного аналізу, були виділені основні особливості ВНЗ у галузі ЕЕ:

- систематичний контроль за дотриманням вимог законодавства в галузі ЕЕ; проведення періодичного моніторингу стану ЕЕ.
- систематичний напрямок інформації про хід реалізації заходів у галузі ЕЕ оператора державної інформаційної системи;
- визначення показників для розрахунку значень цільових показників до 2020 року та їх коригування з урахуванням програм енергозбереження;
- проведення заходів щодо обов'язкового оснащення приладами обліку будівель ВНЗ.

На сьогоднішній день, програми енергозбереження є лише у 60% ВНЗ. Це пояснюється зміною законодавства щодо енергообстеження у 2018р.

З аналізу нормативної документації, слід, що з дотримання вимог сучасного законодавства у сфері ЕЕ бюджетних установ необхідний комплексний (програмний) метод реалізації заходів [9, 12, 15].

Далі було розглянуто фінансування програм ЕЕ об'єктів бюджетної сфери, зокрема. ВНЗ.

У рамках стратегічного напрямку розвитку країни (державні програми та підпрограми) перед державою було поставлено завдання щодо забезпечення зниження енергоємності ВВП до 2020 року не менше ніж на 13,5%.

Розглянувши загальні принципи та план фінансування, передбачені державою України на енергозбереження, було встановлено, що фінансування виділялося на кожний етап програми. Фінансування заходів, спрямованих на реалізацію Програми ЕЕ до 2020 року становить 3 500 млрд. гривень . Обсяги

фінансування програмних заходів з ЕЕ з допомогою коштів бюджету становлять 1,4% від сумарних витрат програми та 2020 р. [6, 8].

Обсяги та джерела фінансування програми енергозбереження передбачають поділ два етапи та представлені на Рис.1.9.

Крім того, за 2011-2020 роки було надано державних гарантій на 120 млрд. грн . за кредитними зобов'язаннями, одержуваних з метою реалізації інвестиційних проектів у галузі ЕЕ.

для великої промисловості, електростанцій та мережевих систем, великих систем опалення, а також кредитів від енергосервісних компаній для реалізації проектів у сфері державного та житлового будівництва [6].

Основними особливостями реалізації поставлених завдань були такі фактори:

1. Заходи, здійснювані державних (муніципальних) установах, реалізовувалися у межах поточного фінансування органів виконавчої;

2. Субсидії виконання державного (муніципального) завдання надходили бюджетним установам на особові рахунки. Використовувалися бюджетними установами не більше залишку коштів, відбитих з їхньої особових рахунках, без подання документів, що підтверджують виникнення грошових зобов'язань. Це дозволило використовувати заощаджені кошти за напрямом, обраним самим бюджетною установою [8].

Реалізація програмних ЕЕМ бюджетними установами визначена державою до 2020 року і дозволила отримати сумарну економію:

- витрат на енергію всіма споживачами енергоресурсів у 2011-2015 роках становила 745 млрд. грн . та у 2011-2020 роках - 1952 млрд. грн . (У поточних цінах);

- коштів бюджетів усіх рівнів на придбання енергоресурсів для бюджетних установ рівну у 2011-2015 роках – 52 млрд. грн . та у 2011-2020 роках - 180 млрд. грн .

Відповідно до комплексного плану заходів щодо підвищення енергетичної ефективності економіки України (затвердженого Розпорядженням уряду №703-р від 19 квітня 2018 р.) до 2030р. щодо базового 2016р. були розроблені цільові показники, які наведені у табл. 1.2 [5, 8].

Проведений аналіз особливостей реалізації державної політики у галузі ЕЕ показав, що розвиток енергоефективних технологій дозволяє суттєво підвищити енергоефективність будівель та потребує принципово нових підходів для розробки організаційно-технологічних рішень. Приведення будівель до потрібного класу енергоефективності досягається лише впровадженням комплексних заходів (утеплення, автоматизація, застосування обладнання, застосування нових джерел живлення та ін.) заснованих на визначенні основних технологічних процесів.

Найбільшу актуальність набуває оцінка економічної та енергетичної ефективності проведення робіт із реконструкції.

Сучасні вимоги диктують необхідність бюджетним установам вписуватися до рамок енергозбереження, тобто. скоротити час виконання робіт за збереження вартості. Враховуючи специфіку ВНЗ, ремонтно-будівельне виробництво завжди розтягується за часом, т.к. у нього обмежений бюджет та роботи проводяться в умовах функціонування будівлі (без зупинки навчального процесу). З іншого боку, в бюджетних установах завжди обмежений бюджет, т.к. фінансування виділяється державою. Тому подорожчання вартості ремонтних робіт у разі потреби скорочення часу проведення є неприпустимим. Відповідність нормативним термінам, вимогам до якості робіт та виділеному бюджету, а також реалізація заходів щодо енергоефективності є обов'язковою умовою проведення реконструкції будівель бюджетних установ у сучасних умовах. Особливої актуальності при цьому набуває визначення основних технологічних процесів реконструкції вищезгаданих будівель.

Таблиця 1.2 – Цільові показники по підвищенню енергетичної ефективності економіки

№ п/п	Найменування контрольного показника	Одиниця вимірювання	Фактичні значення базового 2016р.	Планові значення	
				2025р.	2030р.
1.	Динаміка енергоємності валового внутрішнього продукту України за рахунок технологічного фактора	відсотків від рівня 2016 року (0,0154 тут/тис. грв)	100	-12	-23
2.	Динаміка втрат у розподільчих мережах	відсотків загального обсягу			
2.1.	водопостачання		19,5	-,37	-9,5
2.2.	теплостачання		12,6	-3,2	-5,6
3.	Динаміка питомої витрати палива під час виробництва				
3.1.	електроенергії	г/кВт год	319,3	-39,2	-63,7
3.2.	теплової енергії	кг/Гкал	245,1	-0,96	-21,9
4.	Динаміка сукупних видатків бюджетної системи на електроенергію (у порівнянних цінах) до рівня 2016 року	млрд. грв	30,3	-7,7	-10,3
5.	Динаміка сукупних видатків бюджетної системи на теплову енергію (у порівнянних цінах) до рівня 2016 року	млрд. грв	53,5	-18,5	-22,7
6.	Динаміка споживання теплової енергії багатоквартирними будинками (без урахування нового будівництва)	тис. г кал	397497,5	-3749,8	-59624,6
7.	Динаміка споживання електричної енергії на загальнобудинкові потреби у багатоквартирних будинках (без урахування нового будівництва)	ГВт-година	8358,7	-835,9	-1253,8
8.	Динаміка кількості енергосервісних договорів у бюджетних організаціях	штук	740	1000	2000
9.	Динаміка коефіцієнта використання потужності теплових генеруючих об'єктів до рівня 2016 року	відсотків	16,4	+4,8	+12,9
10.	Динаміка коефіцієнта використання потужності електроенергетичних генеруючих об'єктів до рівня 2016 року	відсотків	46,6	+3,2	+8,4

1.3 Комплексний аналіз технічного стану та енергозбереження будівель ВНЗ

Для формування логічних висновків та, щоб уникнути смислових протиріч, далі в роботі використано принцип послідовного обґрунтування від загального до приватного. Проведення реконструкції будівель бюджетних установ розглянуто на прикладі будівель ВНЗ. Під будинками ВНЗ, в роботі розуміються будівлі бюджетної установи державного значення, які є комплексом основних фондів, що включають будівлі різного призначення: навчально-лабораторного, адміністративно-побутового, спортивного, житлового, медичного та ін. ВНЗ мають низку особливостей, що впливають на організацію технологічних процесів при реконструкції будівель. Тому комплексна оцінка такої установи стає складним завданням, що вимагає більш глибокого і різнобічного опрацювання.

У роботі розглянуто організацію будівельного виробництва під час реконструкції будівель ВНЗ із збереженням навчального процесу.

Для розробки організаційно-технологічних рішень при реконструкції будівель ВНЗ із збереженням навчального процесу необхідно визначити основні технологічні процеси та комплекс ЕЕМ, що дозволить максимально впорядкувати діяльність з виконання ремонтно-будівельних робіт при реконструкції, встановити правила виробництва та приймання ремонтно-будівельних робіт, а також методи їх застосування та контролю.

Для вирішення поставлених завдань, на першому етапі було проведено оцінку рівня завантаженості аудиторій та чисельності студентів для вибору часового інтервалу проведення робіт.

Основним видом діяльності ВНЗ є провадження освітньої діяльності. Стандартний освітній цикл ВНЗ (Рис. 1.4) включає наступні періоди:

- навчальний семестр;

- зимова екзаменаційна сесія;
- канікули;
- навчальний семестр;
- літня екзаменаційна сесія;
- практика (навчальна, виробнича, науково-дослідна, педагогічна);
- канікули.

Зазначимо, що канікули – період відсутності студентів очної форми навчання, отже це період мінімального завантаження будівель. Оскільки окрім освітніх процесів у цей час навчаються студенти заочної форми, аспіранти і відбуваються безперервні процеси господарювання.

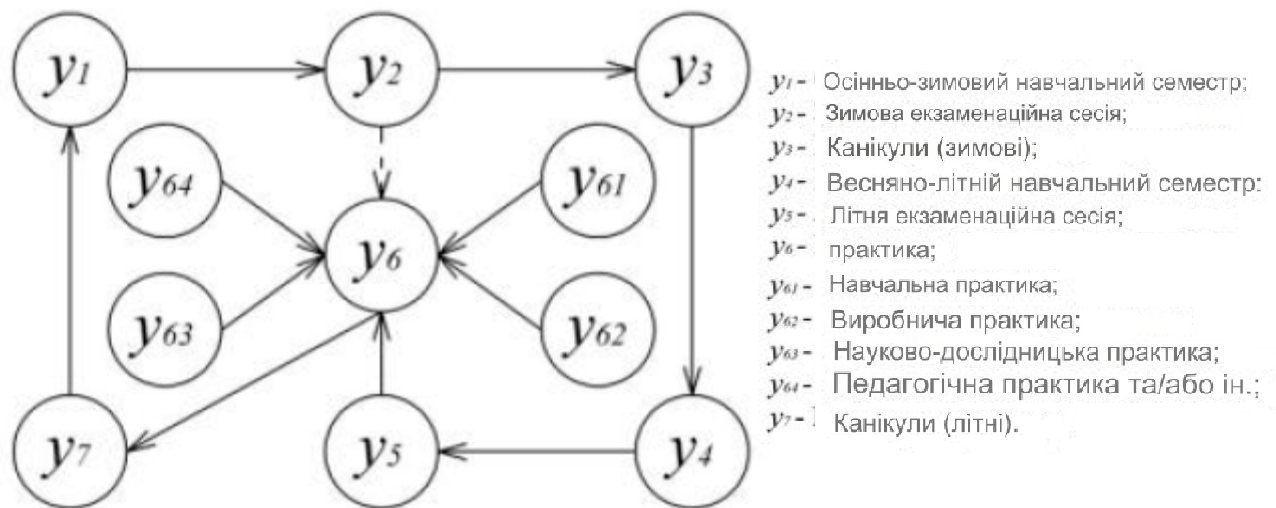


Рисунок 1.4 – Граф спрощеного процесу навчання студентів очної форми

Категорії працівників та учнів ВНЗ та середній відсоток відношення чисельності категорії до загального числа представлені у табл. 1.3. На підставі проведеного аналізу статистичних даних аналітичного центру при Уряді України було визначено основні категорії учасників навчального процесу та середній відсоток відношення чисельності категорії до загального числа.

Визначення відсотка зайнятості аудиторій та чисельності учасників навчального процесу.

- 1) Максимальне завантаження аудиторій (МЗА).

Таблиця 1.3 – Категорії працівників та студентів ВНЗ

№	Категорія	%
1	Студенти очної форми навчання, у т.ч. магістранти	57,53
2	Студенти заочної форми навчання, зокрема. магістранти	26,92
3	Аспіранти очної та заочної форм навчання	2,13
4	Професорсько-викладацький персонал	6,28
5	Навчально-допоміжний персонал	3,19
6	Адміністративно-управлінський персонал	1,51
7	Обслуговуючий персонал	2,44

Максимальне завантаження аудиторій визначається кожному за періоду освітнього циклу у відсотках залежить від режиму роботи аудиторії та кількості аудиторій (1.3).

$$MZA = T_i * N_{ayd} \quad (1.3)$$

де T_i – режим роботи аудиторії (максимальна кількість годин роботи аудиторії на тиждень), год;

N - кількість аудиторій, шт.

У табл. 1.6 представлено зайнятість ВНЗ за періодами освітнього циклу. виходячи з наведених вище відомостей на Рис. 1.5 представлений графік завантаженості аудиторій за місяцями за календарний рік.

Обмежений час виробництва робіт є специфічної особливістю ВНЗ, т.к. реконструкція виконується без зупинки навчального процесу. Аналіз

Таблиця 1.5 – Зайнятість ВНЗ за періодами освітнього циклу

№ п/п	Найменування періоду освітнього циклу	Тимчасовий період	Зайнятість аудиторій, %	Кількість учнів, %	Категорії учнів
1	навчальний семестр	вересень-грудень	54,74	66,45	Студенти очної форми навчання, у т.ч. магістранти
2	зимова екзаменаційна сесія	січень	81,36	98,77	Студенти очної та заочної форми навчання, в т.ч. магістранти, аспіранти 1 рік
3	канікули	лютий	0	0	-
4	навчальний семестр	лютий-травень	51,16	53,16	Студенти очної форми навчання, у т.ч. магістранти, крім останнього року навчання
5	літня екзаменаційна сесія	червень	81,36	98,77	Студенти очної та заочної форми навчання, в т.ч. магістранти, аспіранти 1 рік
6	практика		11,96	14,52	Студенти очної та заочної форми навчання, в т.ч. магістранти
	- Навчальна,	липень серпень			
	-виробнича,	Липень			
	- науково- дослідна,	Серпень			
- педагогічна	вересень			Магістранти та аспіранти 2 роки	
7	канікули.	Липень/серпень (залежно від періоду проходження практики)	0	0	-

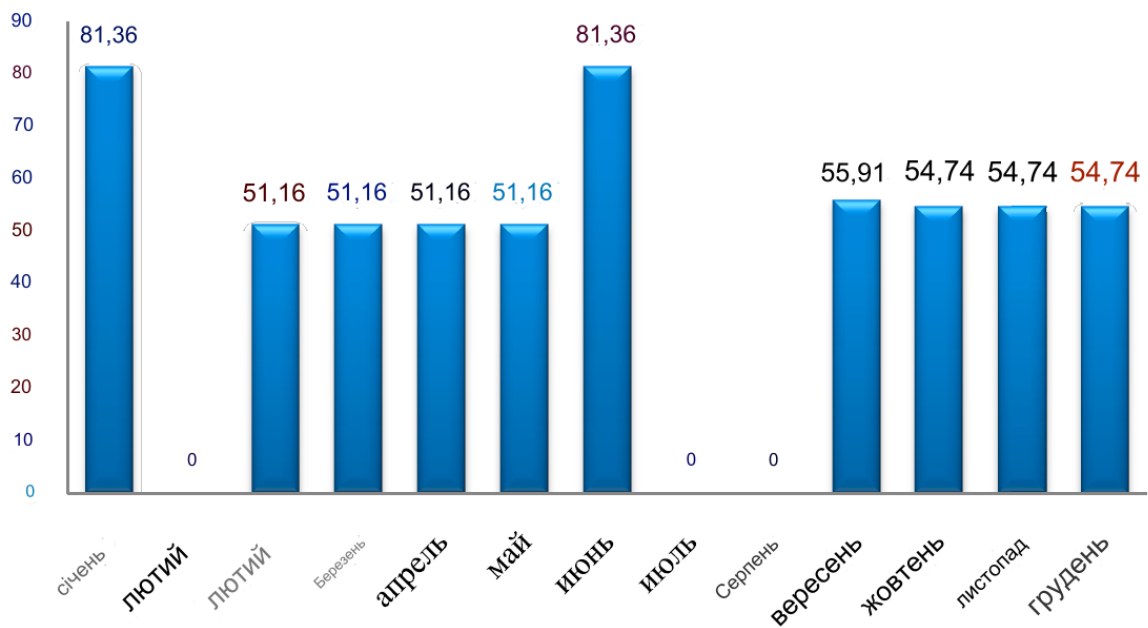


Рисунок 1.6 – Графік навантаження аудиторій

завантаженості аудиторій ВНЗ дозволяє визначити тимчасовий період для робіт. Необхідно вибрати період часу, який є мінімальним для завантаження навчальних аудиторій та за мінімальною кількістю перебування учнів.

Наступна особливість ВНЗ під час виконання будівельно-монтажних робіт без зупинки навчального процесу – підвищені вимоги дотримання техніки безпеки.

Техніка безпеки під час виконання будівельно-монтажних робіт повинна відповідати вимогам актуальних СНіП, СП та керівних документів.

Вимоги з техніки безпеки пред'являються до огорожі будівельного майданчика, засобів підмашування, будівельного сміття та ін.

Засоби підмашування - ліси, що не володіють власною розрахунковою стійкістю, повинні бути прикріплені до будівлі засобами, зазначеними в організаційно-технологічній документації на виконання робіт.

У місцях підйому людей на ліси розміщені плакати із зазначенням схеми розміщення та величин навантажень, що допускаються, а також схеми евакуації працівників у разі виникнення аварійної ситуації.

Для підйому та спуску людей засоби підмашування обладнані сходами [2, 9].

Засоби підмашування повинні мати рівні робочі настили із зазором між дошками не більше 5 мм, а при розташуванні настилу на висоті 1,3 м і більше – огорожі та бортові елементи.

Місця масового проходу людей у безпосередній близькості від засобів підмашування обладнані суцільним захисним навісом, а фасад лісів закритий захисною сіткою розміром осередків 5x5 мм [7, 9].

Будівельне сміття не скидається через дверні та віконні отвори, а спускається закритими жолобами безпосередньо в машину або контейнери і регулярно вивозиться з будівельного майданчика або використовується для будівельних потреб.

Рідкі відходи виробництва зливаються у спеціальні ємності.

Після закінчення робіт будівельний майданчик очищається від сміття та відходів.

Відповідно до «Основ земельного законодавства» організації під час проведення будівельних робіт зобов'язані:

1. привести земельні ділянки, що займаються під роботи, в стан, придатний для подальшого використання їх за призначенням,
2. після завершення робіт провести заходи щодо благоустрою території з метою запобігання ерозії ґрунту.

Ще однією специфічною особливістю є обмеженість фронту робіт. Ця особливість характерна як для освітніх установ, але й процесу реконструкції загалом, т.к. реконструкція як громадських, і житлових будинків здійснюється у умовах щільної міської забудови.

Щільність забудови житлових, суспільно-ділових та змішаних зон слід приймати відповідно до регіональних містобудівних нормативів з урахуванням встановленого зонування території, типу та поверховості забудови, диференціації території за містобудівною цінністю, стану довкілля, природно-кліматичних та інших місцевих умов [9, 10].

Основними показниками щільності забудови є: - Коефіцієнт забудови - Відношення площі, зайнятої під будинками та спорудами, до площі ділянки (кварталу);

- коефіцієнт щільності забудови - відношення площі всіх поверхів будівель та споруд до площі ділянки (кварталу). [4]

Нормативні показники густини забудови територіальних зон визначені [1, 6, 8, 9]. Для міських поселень щільність забудови ділянок територіальних зон слід приймати трохи більше наведеної у табл. 1.5.

Середній коефіцієнт забудови основних великих міст України у районах розташування ВНЗ становить 0,9. Дане значення близьке до гранично допустимого, отже виконання робіт при реконструкції здійснюватиметься в обмежених умовах.

Підвищені вимоги до техніки безпеки та стислість фронту робіт, обумовлена щільністю міської забудови, прямопропорційно впливають на трудомісткість робіт.

Остання особливість ВНЗ – це фінансування. У підрозділі 1.1. було розглянуто порядок фінансування ВНЗ у рамках «Державної програми ЕЕ до 2020 року». Розглянемо фінансування вишів для проведення робіт з реконструкції.

Відповідно до стратегії розвитку України сфера освіти визнана пріоритетною. Схема фінансування державної та муніципальної освітньої установи визначається типовим положенням про тип і вид загальноосвітньої установи, також передбачено, що фінансування недержавних установ не може бути нижчим за аналогічні державних, розташованих на цій території. ВНЗ мають

право залучати додаткові фінансові ресурси за рахунок надання платних послуг. Залучення додаткових фінансових ресурсів не веде до зниження нормативів та розмірів державного фінансування. Додатково варто відзначити, що діяльність ВНЗ у рамках надання платних послуг не належить до підприємницької, оскільки дані послуги не можуть бути надані замість основної діяльності [11].

Таблиця 1.5 – Показники густини забудови ділянок територіальних зон

Територіальні зони	Коефіцієнт	
	збудови	щільності збудови
Житлова		
Забудова багатоквартирними багатопверховими будинками	0,4	1,2
Те саме - реконструйована	0,6	1,6
Забудова багатоквартирними житловими сепельної поверховості	0,4	0,8
Забудова блокованими житловими будинками з приквартирними земельними ділянками	0,3	0,6
Забудова одно-двоквартирними житловими присадибними земельними ділянками	0,2	0,4
Суспільно-ділова		
Багатофункціональна забудова	1,0	3,0
Спеціалізована громадська забудова	0,8	2,4
Виробнича		
Промислова	0,8	2,4
Науково-виробнича*	0,6	1,0
Комунально-складська	0,6	1,8
* Без урахування дослідних полів та полігонів, резервних територій та		

Фінансування ВНЗ для підтримки експлуатаційного стану, а також проведення поточного, капітального ремонтів, робіт з реконструкції та нового будівництва виділяється з державного бюджету або за рахунок додаткових фінансових ресурсів (кошти від діяльності, що приносить дохід, цільові субсидії та ін.). Витрати на реконструкцію в обов'язковому порядку мають бути включені до плану фінансово-господарської діяльності ВНЗ.

Отже, фінансування ВНЗ для проведення робіт з реконструкції має плануватися на певний період і є обмеженим.

Таким чином, при організації технологічних процесів реконструкції можна виділити такі особливості ВНЗ:

- обмежений час для проведення робіт;
- підвищені вимоги до ТБ під час виконання робіт;
- стисненість фронту робіт;
- обмежене фінансування.

Для планування робіт реконструкції ВНЗ з урахуванням ЕЕМ необхідно провести аналіз стану ЕЕ ВНЗ, що включає певні етапи.

1) Аналіз матеріально-технічної бази ВНЗ.

Аналіз матеріально-технічної бази при аналізі стану ЕЕ ВНЗ включає аналіз об'єктів нерухомості (їх кількість, призначення, місцезнаходження), кількісний аналіз приладів, обладнання, лабораторних установок, а також наявність технічної документації на енергоспоживаюче обладнання (інструкції з експлуатації, паспорта, свідоцтва про перевірку приладів обліку).

2) Аналіз проектної документації та технічних паспортів на об'єкти нерухомості, що стоять на балансі ВНЗ.

Аналіз проектної документації та технічних паспортів проводиться для отримання достовірної інформації про основні характеристики будівель ВНЗ (дата будівництва будівлі, основні геометричні характеристики будівлі, відомості про інженерні комунікації).

3) Аналіз даних, наданих підрозділами ВНЗ.

Для складання аналізу стану ЕЕ ВНЗ мають бути зібрані дані зі структурних підрозділів ВНЗ: інженерною службою установи, бухгалтерією та планово-фінансовим відділом. Надані дані повинні нести достовірну інформацію за базовий рік, а також попередні чотири роки.

Аналіз даних, наданих підрозділами ВНЗ включає такі види робіт:

1) Аналіз договорів з енергопостачальними організаціями:

- З електропостачальними організаціями для визначення межі балансової належності електромереж (кордон розділу) між установою та

Мережевою організацією, межі експлуатаційної відповідальності сторін та аналіз правильності розрахунку оплати за електроенергію.

- З тепlopостачальною та газопостачальною організаціями для визначення переліку послуг ВНЗ, що надаються, аналізу обліку та розрахунку споживання теплової енергії, коригування витрат теплової енергії та хімоочищеної води, визначених за середніми показаннями приладів обліку.

- З водопостачальною організацією для визначення послуг ВНЗ, що надаються водоканалом, та обліку споживаної води.

Збір даних протягом останніх п'яти років:

- загальні відомості про організацію;
- про динаміку чисельного складу працівників організації;
- про оплату за паливно-енергетичні ресурси та водопостачання та водовідведення;

- про проведення ремонтних робіт та проведення ВНЗ ЕЕМ.

4) Візуальне та інструментальне обстеження, в т.ч. термографічне.

Візуальне обстеження проводиться:

- з метою оцінки стану основних конструктивних елементів будинків;
- для отримання відомостей про стан систем інженерних комунікацій: про наявність та технічний стан рамок управління, котелень, газорозподільних шаф, приладів обліку, отримання даних про стан трубопроводів, запірної арматури, технічний стан обладнання теплових пунктів, введів (води, газу, електроенергії) [10];

- отримання відомостей про систему опалення: типи та кількість встановлених опалювальних приладів;

- отримання достовірних даних про кількість та стан освітлювального обладнання;

- отримання даних про кількість та технічний стан сантехнічного обладнання.

Інструментальне обстеження застосовується для заповнення недостатньої інформації, яка необхідна для оцінки ефективності використання енергоносіїв, що споживаються.

При інструментальному обстеженні проводяться вимірювання світлопрозорих конструкцій, дверних отворів.

В інструментальне обстеження також включає обстеження теплотехнічного стану огорожувальних конструкцій опалювальних будівель (тепловізійне обстеження), яке проводиться з метою виявлення ділянок підвищених втрат тепла, пошуку прихованих дефектів зовнішніх огорож будівель за допомогою інфрачервоної термографії.

Тепловий контроль будівель застосовується для виявлення різних дефектів будівництва, таких як зони порушення теплоізоляції, місця протікання повітря та утеплювача, місця адсорбції вологи та ін.

Натурні випробування якості теплозахисту будівель, елементів конструкцій та інженерних систем проводять 2-ма методами:

- 1) безконтактні вимірювання температури поверхні (за допомогою тепловізора);
- 2) контактні виміри (з використанням вимірювачів теплових потоків, контактних термометрів, вологомірів тощо).
- 5) Аналіз проведених та запланованих ремонтних робіт.

Аналіз проведення ремонтних робіт дозволяє оцінити за документацією технічний стан будівель ВНЗ та його окремих конструктивних елементів, а також спрогнозувати стан покращення чи погіршення технічного стану будівель у процесі подальшої експлуатації. Крім того, аналіз проведення ремонтних робіт відображає передбачені ЕЕМ.

- 6) Аналіз енергоефективних заходів, які здійснюють ВНЗ. Цей пункт обов'язковий і повинен проводитися ВНЗ незалежно від від цього, була до цього в нього програма енергозбереження чи ні, проводилися ЕЕМ чи ні, т.к. ця інформація використовується при плануванні переліку ЕЕМ.

Важливо, що не допустиме дублювання ЕЕМ, запланованих та фактично проведених.

Техніко-економічна оцінка ЕЕМ, згідно з методикою, розглянута докладніше у п. 2.3 роботи та проводиться за такими показниками:

- капітальні вкладення використання ЕЕМ;
- економія енергоресурсу у натуральних показниках;
- економія енергоресурсу у вартісних показниках;
- термін служби основного елемента при ЕЕМ;
- термін окупності ЕЕМ.

Капітальні вкладення використання ЕЕМ визначаються як сума витрат за матеріали та устаткування й витрати на проведення необхідних робіт для даного ЕЕМ.

Розрахунок економії енергоресурсу у натуральних показниках проводиться впровадження кожного обраного заходу і визначається як різниця у фактичному споживанні приладів обліку до впровадження ЕЕМ та розрахункового споживання після проведення ЕЕМ.

Розрахунок економії енергоресурсу у вартісних показниках передбачає використання спрощеної схеми розрахунку не враховуючи чинника часу, т.к. оцінка кожного заходу з урахуванням дисконтування не буде достовірною і цей процес є досить трудомістким і тривалим.

Розрахунок економії енергоресурсу у вартісних показниках визначається як добуток розрахункової економії у натуральному вираженні на тариф поточного року за споживаний енергетичний ресурс або воду.

Визначення терміну служби основного елемента, що замінюється, не регламентується суворо законодавством, тому пропонується приймати його за ВСН 58-88р, наприклад, при утепленні огорожувальних конструкцій будівель основним елементом буде теплоізоляційний матеріал.

Термін окупності є період часу, протягом якого сума фінансової економії від застосування ЕЕМ покриє витрати на використання цього заходу. Визначення терміну окупності проводиться послідовним підсумовуванням грошової економії за роками розрахункового періоду, поки отримана сума не зрівняється із загальною сумою витрат. Термін окупності визначається з урахуванням дисконтування грошових потоків.

Варто зазначити, що дана схема наведена у загальному вигляді. І може бути адаптована до певних умов. Наприклад, розрахунок економії від проведення ЕЕМ, розрахунок капіталовкладень можуть змінюватися в залежності від виду ресурсу, що споживається, від обраного способу капіталовкладень та ін факторів [17].

2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

2.1 Основні технологічні процеси реконструкції будівель ВНЗ

У роботі під реконструкцією будівель ВНЗ розуміється комплекс організаційно-технологічних процесів, результатом яких є зміна параметрів будівлі, її частин (висоти, кількості поверхів, площі, обсягу), у тому числі надбудова, перебудова, розширення об'єкта капітального будівництва, а також заміна та або) відновлення несучих будівельних конструкцій будівлі, за винятком заміни окремих елементів таких конструкцій на аналогічні чи інші покращуючі показники таких конструкцій елементи та (або) відновлення зазначених елементів [11].

Залежно від обсягу та характеру організаційно -технологічних заходів, що проводяться, реконструкція будівель ВНЗ може бути частковою або повною. Можливість та доцільність проведення повної чи часткової реконструкції будівлі ВНЗ визначають дві головні причини [14]:

- 1) відсоток зносу основних несучих конструкцій будівлі (стін та перекриттів);
- 2) відповідність планування та благоустрою будівлі сучасним вимогам, а також можливість використання без значних переробок існуючих зовнішніх комунікацій.

За повної (комплексної) реконструкції будівлі ВНЗ зазвичай здійснюється одночасне підвищення капітальності та благоустрою будівлі (у тому числі підвищення теплового захисту). Повна (комплексна) реконструкція будівлі ВНЗ є найбільш доцільною при стані стін та фундаменту зі зносом не більше 40%.

Після повної реконструкції будівля ВНЗ повинна у повній мірі відповідати сучасним експлуатаційним, санітарно-побутовим, конструктивним, енергоефективним та іншим нормам і вимогам, а за деякими показниками і перевищувати їх [9, 12].

Вибір організаційно-технологічних процесів реконструкції будівлі ВНЗ може бути продиктований різними обставинами: змінами архітектурно-планувальних умов місцевості, призначенням будівель, а також вимогами законодавства. Так спрямованість політики держави на ЕЕ потребує неминучої модернізації будівель ВНЗ. В одних випадках це обходиться простими маловитратними та середньовитратними заходами, а в інших випадках потрібні великовитратні масштабні переробки - перепланування, перебудова, зміна типів енергопостачання та адаптація існуючих будівель ВНЗ під них [2, 4].

Реконструкція будівель ВНЗ значно відрізняється від нового будівництва та має особливості у проектуванні, розробці організаційно-технологічного процесу будівництва, специфіці виконання будівельно-монтажних робіт, що пов'язано з різновидом конструктивних та об'ємно-планувальних рішень, обмеженістю будівельного майданчика, необхідністю поетапного виконання робіт на різних ділянках. , Поєднанням навчальної діяльності ВНЗ з виконанням будівельно-монтажних робіт, демонтажем в окремих випадках старих споруд або їх частин та ін [4].

До основних груп організаційно-технологічних процесів з реконструкції будівель ВНЗ відносяться:

- 1) Посилення, розбирання та (або) заміна конструктивних елементів;
- 2) Зміна несучої здатності окремих конструктивних елементів (надбудова, свердління та пробивка отворів, отворів у конструкціях, закладення отворів, гнізд та борозни ін.)
- 3) Зміна основних технічних характеристик (прибудова, перепланування та ін.).

Причини та способи проведення робіт з реконструкції будівель ВНЗ представлені у табл. 2.1 [7].

Окремо необхідно зупинитись на причинах виникнення необхідності посилення конструкцій будівель ВНЗ, т.к. Цей організаційно-технологічний процес є найпоширенішим при реконструкції. У роботі проведено аналіз та представлені основні найбільш характерні для реконструкції будівель ВНЗ причин виникнення необхідності посилення конструкцій, які представлені на Рис. 2.1. [4].

Сучасні вимоги до енергозбереження будівель ВНЗ визначають необхідність визначення організаційно-технологічних процесів реконструкції, які дозволять забезпечити максимальну економію та раціональне використання енергоресурсів та води. Перелік організаційно -технологічних процесів визначається в ході енергетичного обстеження будівлі.

До організаційно-технологічних процесів при реконструкції будівель ВНЗ, пов'язаних з реалізацією ЕЕМ, пред'являються певні вимоги, відображені у стандартах СРО та законодавстві України.

В рамках проведеного дослідження, було визначено основні вимоги до вибору ЕЕМ при реконструкції будівель ВНЗ, які є основними науковими положеннями, що відображають характер нових, прогресивних та ефективних організаційно-технологічних рішень, встановлених шляхом узагальнення практики реконструкції та об'єктивних закономірностей розвитку існуючих організаційно-технологічних рішень. [12, 15, 18].

Основними вимогами до вибору ЕЕМ під час реконструкції будівель ВНЗ є:

- альтернативність (розгляд альтернативних варіантів заходів);
- Адресність та конкретність;
- Реалізованість (легко сприйматися керівником, інженерно- технічним та управлінським персоналом, що здійснює реалізацію заходів);
- Уніфікація (орієнтовані існуючі доступні методи реалізації);

Таблиця 2.1 – Причини та способи проведення робіт з реконструкції будівель ВНЗ

№ п/п	Група ОПП з реконструкції будівель ВНЗ	Основні причини проведення ТП з реконструкції будівель ВНЗ	Спосіб проведення ТП з реконструкції будівель ВНЗ
1	Посилення, розобрання та (або) заміна конструктивних елементів	<p style="text-align: center;">Посилення конструкцій</p> <p>1) часткова та або повна дубля несучої здатності конструкції;</p> <p>2) знос конструкції; та ін (рис. 2.1)</p> <p style="text-align: center;">Заміна конструкцій</p> <p>1) посилення конструкції недоцільно;</p> <p>2) ступінь зносу конструкції не дозволяє проводити ремонтні заходи;</p> <p>3) унеможливлення наслідків аварійних чи надзвичайних ситуацій; природних катаклізмів;</p> <p>4) існуючі конструкції не відповідають необхідній несучій здатності при зміні параметрів будівлі, цілового або технологічного призначення будівлі.</p>	<p style="text-align: center;">Розобрання конструкцій</p> <p>1) передача навантаження на конструкцію посилення;</p> <p>2) підвищення несучої здатності самої посилюється конструкції.</p> <p style="text-align: center;">Заміна конструкцій із зміною матеріалу конструкції;</p> <p>1) заміна конструкції без зміни матеріалу;</p> <p>2) заміна конструкції із зміною геометричних параметрів конструкції;</p> <p>3) заміна конструкції без зміни геометричних параметрів конструкції;</p> <p>4) заміна конструкції без зміни геометричних параметрів конструкції;</p> <p>5) заміна конструкції зі збільшенням несучої здатності та ін. характеристик здатності конструкції;</p> <p>6) заміна конструкції без зміни несучої здатності та ін. характеристик здатності конструкції.</p>
		<p style="text-align: center;">Розобрання конструкцій</p> <p>1) супровідний процес під час проведення робіт при зведенні конструкції;</p> <p>2) самостійний ТП у складі реконструкції у разі припинення прудачі навантаження на конструкції.</p>	<p>1) посиленням;</p> <p>2) укрупненням блоками.</p>

Продовження таблиці 2.1.

2	Зміна несучої здібності окремих конструктивних елементів	<p style="text-align: center;">Надбудова</p> <p>1) у складі комплексної реконструкції всієї будівлі, коли планування та благоустрій існуючої будівлі не відповідають сучасному стандарту;</p> <p>2) самостійний ТП, коли планування будівлі певною мірою відповідає призначенню будівлі.</p> <p>Сверління та пробивання отворів, отворів у конструкціях, закладення отворів, гнізд та борозен та ін.</p> <p>1) суттєві роботи процесів реконструкції, під час 1) ручний; 2) ручними машинами (інструментами); 3) газокисневою різкою; 4) електродуговий; 5) термічний; 6) гідравлічний.</p>
3	Зміна основних технічних характеристик	<p style="text-align: center;">Прибудова</p> <p>1) необхідність зміни об'ємно планувальних рішень будівлі, у т.ч. збільшення корисної площі;</p> <p>2) зміна призначення будівлі, благоустрій будівлі.</p> <p style="text-align: center;">Перепланування</p> <p>1) необхідність зміни об'ємно планувальних рішень будівлі, у т.ч. збільшення корисної площі;</p> <p>2) зміна призначення приміщень.</p> <p>1) прибудова до основної будівлі з улаштуванням деформаційного шва;</p> <p>2) жорстка зчіпка;</p> <p>3) шарнірне з'єднання.</p> <p>1) розширення приміщень;</p> <p>2) об'єднання приміщень;</p> <p>3) будову отворів або перегородок.</p>

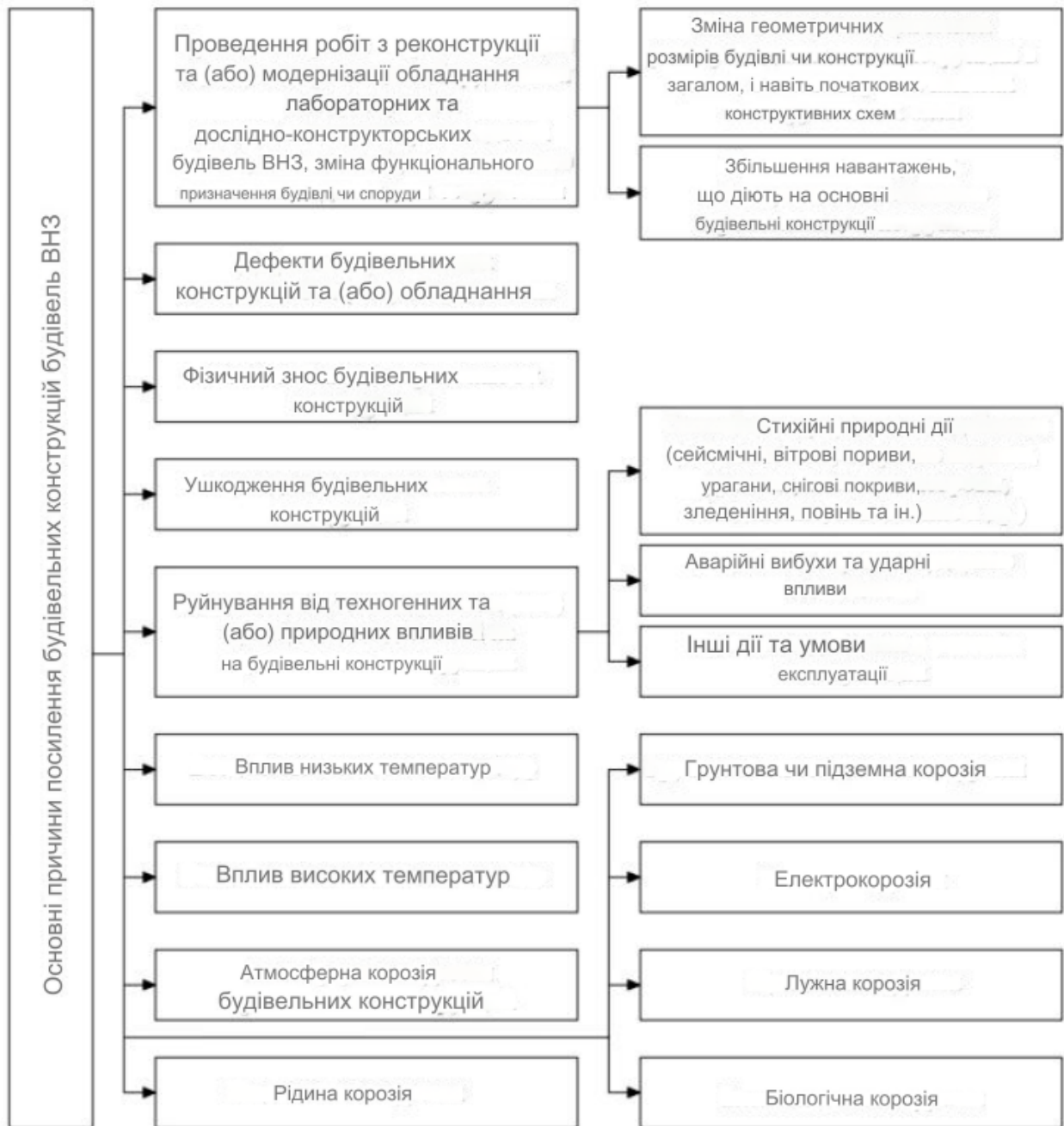


Рисунок 2.1 – Причини підсилення будівельних конструкцій

- Економічність (оцінювання результатів найпростішими методами).

Далі в роботі було розроблено класифікацію ЕЕМ при реконструкції будівель ВНЗ (Рис. 2.2 - 2.4) [9, 10, 11, 14].



Рисунок 2.2 – Класифікація ЕЕМ за видами ресурсів

На першому етапі всі ЕЕМ були об'єднані в три групи за видами ресурсу (Рис. 2.2) [7], а також залежно від ступеня їхньої витратності: безвитратні та низьковитратні, середньовитратні, високовитратні (Рис.2.3).



Рисунок 2.3 – Класифікація ЕЕМ за вартістю реалізації

До безвитратних та низьковитратних відносяться ЕЕМ, які здійснюються в порядку поточної діяльності ВНЗ (раціональна організація використання

ресурсу, заміна лампочок на більш енергоефективні, встановлення аераторів на крани в санвузлах та ін.). Середньовитратними є ЕЕМ, що здійснюються, як правило, за рахунок власних засобів організації (заміна склопакетів, застосування утеплених входних дверей та воріт, використання економічних зливних бачків та ін.). Високовитратні - це ті ЕЕМ, які для реалізації вимагають додаткових інвестицій (пристрій тамбурів на входах, утеплення зовнішніх стін, заміна системи опалення та ін.)

На другому етапі було виділено обов'язкові організаційні ЕЕМ (Рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Обов'язкові організаційні ЕЕМ

Провівши аналіз ТП і ЕЕМ, можна дійти невтішного висновку у тому, що особливу увагу необхідно приділити тепловтратам будівлі через зовнішні огорожувальні конструкції, т.к. вони становлять основний блок робіт за вартістю та енергетичним ефектом [6, 7, 9, 11] (Рис. 2.5, табл. 2.2).

Провівши порівняльний аналіз складу робіт з реконструкції та вимог, що висуваються до ЕЕМ для ВНЗ, у роботі було визначено технологічні процеси,

Таблиця 2.2. ЕЕМ за видами споживаних ресурсів

Вид ресурсу	Ступінь витратності ЕЕМ		
	Безвитратні та низьковитратні ЕЕМ	Середньовитратні ЕЕМ	Високівитратні ЕЕМ
Система теплопостачання	<ul style="list-style-type: none"> -улучшення містків холоду; - встановлення повітряних зав'язі на вхідних дверях; - застосування алгодювдентів на вхідних дверях; - гідравлічне балансування системи опалення; - регулювання теплоділелі опалювальних приладів 	<ul style="list-style-type: none"> - встановлення комерційних вузлів обліку теплової енергії; - утеплення покрівель; - застосування склопакетів із енергоефективними пластиковими профілями; - застосування утеплених дверей та воріт; - утеплення внутрішніх просторудок, що поділяють приміщення з різницею температур понад 6 °С. 	<ul style="list-style-type: none"> - утеплення стіл; - застосування газонепроникних склопакетів; - застосування склопакетів з нанесенням селективного покриття, що відбиває; - встановлення склопакетів з регульованим мікропровітриванням; - будуву тамбурів на входах; - застосування віпрозахисних плівок у конструктивних стін.
Система електропостачання	<ul style="list-style-type: none"> - застосування світильників із енергоефективними лампами; - застосування світильників із відбивачами; - компенсації реактивної потужності; - застосування електричних багатів (дроселів) у світильниках з дручастими та кітленими помпесептними лампами; - застосування тиристорних регуляторів потужності. 	<ul style="list-style-type: none"> - експонування еносом електричного освітлення; - застосування комбінованого штучного освітлення (загальне — місцеве); - системи безмерейного жидлення; - застосування газорозрядних ламп ДНАТ. 	<ul style="list-style-type: none"> - регулювання двигунів ступінчастими трансформаторами; - застосування частотно-регульованих приводів; - архітектура живлення з урахуванням постійного струму.
Система холодного та гарячого водопостачання	<ul style="list-style-type: none"> - застосування автономних змішувачів; - відключення циркуляції ГВП у нічний час; - застосування аераторів. 	<ul style="list-style-type: none"> - застосування економічних зливних бачків. 	<ul style="list-style-type: none"> - застосування установок водо підготовки для багаторазової циркуляції води у басейні.
Система вентиляції та кондиціювання повітря	<ul style="list-style-type: none"> - підвищення ефективності системи охолодження; - завантаження добової та тижденої програми систем вентиляції 	<ul style="list-style-type: none"> - застосування пластинчастек рекуператорів; - застосування роторних реператорів; - застосування тепловек насосів для утилізації тепла відпраюного повітря. 	<ul style="list-style-type: none"> - ізоляція коридорів; - використання внутрішньорудних кондиціонерів; - "Фрікулінг" та використання холоду зовнішнього середовища; - використання енергії тригенерації.

що впливають на енергоефективність будівель ВНЗ. Алгоритм формування ТП з реконструкції будівель вузів з урахуванням ЕММ представлений на Рис. 2.6.

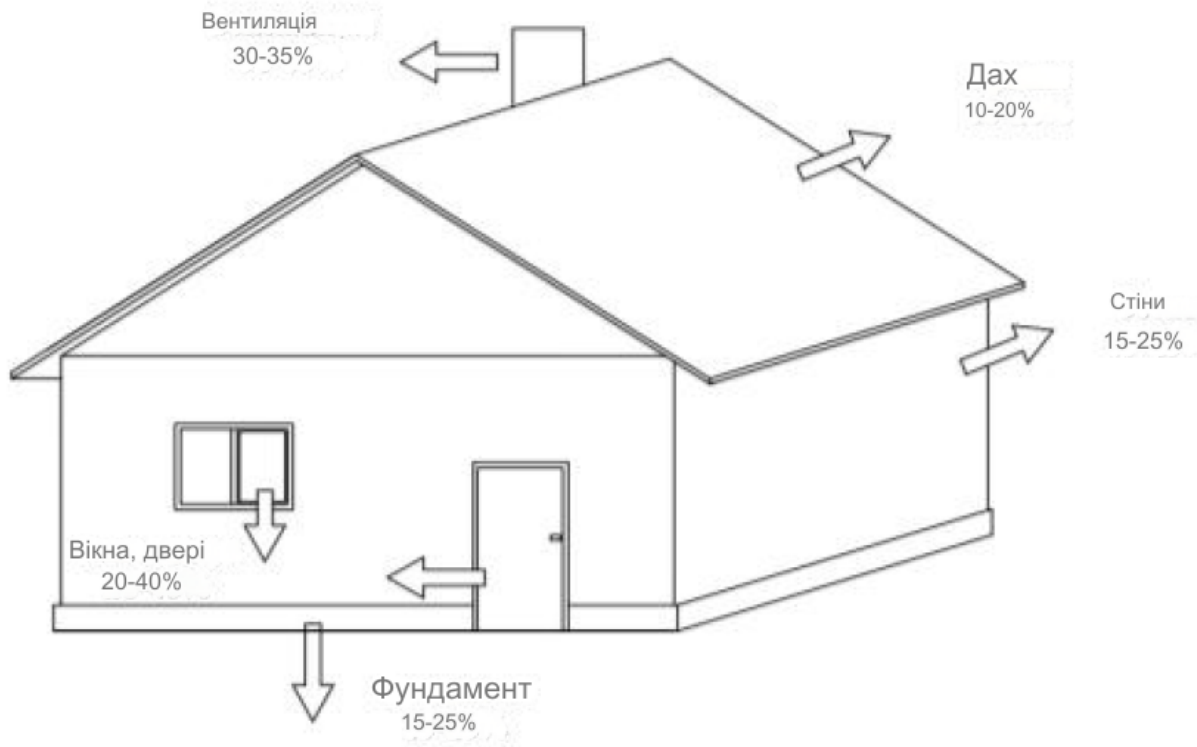


Рисунок 2.5 – Тепловтрати через зовнішні огороджувальні конструкції будівлі

На підставі проведених досліджень було розроблено перелік ТП з урахуванням застосування ЕЕМ. Даний перелік сформований, виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, впливу на споживаний ресурс та енергозберігаючий ефект (табл. 2.3).

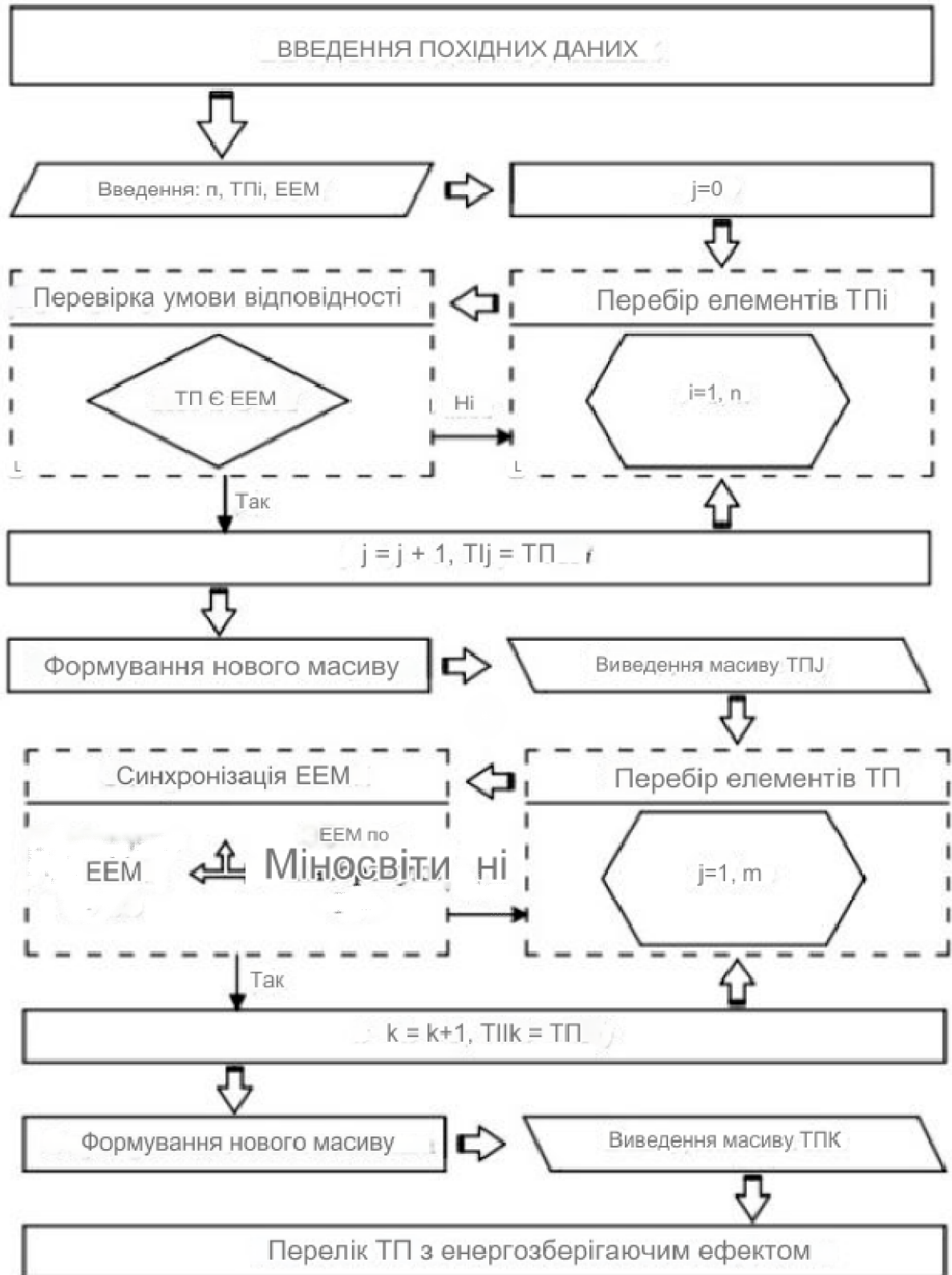


Рисунок 2.6 – Алгоритм формування переліку ТП з урахуванням ЕЕМ для ВНЗ

Таблиця 2.3 – Перелік ПП з енергозберігаючим ефектом

Основний конструктивний елемент будівлі	Технологічний процес (ПП)	Енергозберігаючий ефект	Нормативне обґрунтування	Входить до рекомендацій Мінрегіон Цьрани	Відповідає стандартам та вимогам до ЕЕМ для ВНЗ
Дах (покриття)	ПП ₁ : Заміна покрівельного покриття	Зниження тепловтрат; підвищення опору теплопередачі -> скорочення споживання тепла	Теоретичне - теплотехнічний розрахунок Емпіричне - інструментальне обстеження (тепловізійне), дані щодо споживання енергоресурсів	Так	Так
	ПП ₂ : Утеплення покрівлі			Так	Так
	ПП ₃ : Гідровітрозахист покрівлі				Так
Перекриття	ПП ₄ : Утеплення перекриття першого та/або останнього поверхів	Зниження тепловтрат, нормалізація мікроклімату (температурного режиму)	Теоретичне - теплотехнічний розрахунок Емпіричне - інструментальне обстеження (тепловізійне, вимірювання параметрів мікроклімату)	Так	Так
Стіни	ПП ₅ : Перекладання стін (зі зміною пирога стіни)	Зниження тепловтрат; підвищення опору	Теоретичне - теплотехнічний розрахунок	Так	Так
	ПП ₆ : Утеплення зовнішніх стін	теплопередачі, усунення мостів холоду, усунення нерациональних тепловтрат -> скорочення споживання тепла	Теоретичне - розрахунок теплотехнічний розрахунок Емпіричне - інструментальне обстеження (тепловізійне, встановлення датчиків теплопровідності), дані щодо споживання енергоресурсів	Так	Так
	ПП ₇ : Закладення тріщин				Так
Перетородки	ПП ₈ : Перепланування приміщень будівлі (перенесення, знесення та монтаж перетородок)	Оптимізація мікроклімату приміщень (температурно вологого, освітлення та оовітлення та ін)	Теоретичне - розрахунок параметрів мікроклімату Емпіричне - інструментальне обстеження (вимірювання параметрів	Так	Так

Продовження таблиці 2.3

ДК	<p>III 9 : Заміна опалювального ДК (за скорочення назвності)</p> <p>III 10 : Заміна дверних блоків</p> <p>III 11 : Влаштування галюбрів</p>	<p>микроклимату до/після: температура вологість, освітлення)</p>		
<p>III 9 : Заміна опалювального ДК (за скорочення назвності)</p> <p>III 10 : Заміна дверних блоків</p> <p>III 11 : Влаштування галюбрів</p>	<p>Скорочення нерациональних теплоугод</p> <p>Скорочення нерациональних теплоугод</p>	<p>Експертне - індивідуальна чи колективна експертна оцінка методом бінарних порівнянь (до/після)</p> <p>Емпіричне - дані показань приладів об'єкту; вимірювання параметрів микроклимату</p>	<p>Так</p>	<p>Так</p>
<p>III 12 : Заміна виконаних блоків</p>	<p>Зниження скорочення опалення, теплоугод => споживання</p>	<p>Експертне - індивідуальна чи колективна експертна оцінка методом бінарних порівнянь (до/після)</p> <p>Емпіричне - дані показань приладів об'єкту; вимірювання параметрів микроклимату</p>	<p>Так</p>	<p>Так</p>
<p>III 13 : Закладка пристрій виконаних отворів</p>	<p>Оптимізація микроклимату приміщень (температурно вологого, освітлення та ін)</p>	<p>Теоретичне - технологічний розрахунок параметрів микроклимату</p> <p>Емпіричне - інструментальне обстеження (температурно, вимірювання параметрів микроклимату до/після: температура вологість, освітлення)</p>	<p>Так</p>	<p>Так</p>
<p>III 14 : Заміна світлопрозорою конструкції</p>	<p>Зниження скорочення опалення, освітлення приміщень</p>	<p>Експертне - інструментальне обстеження (температурно, вимірювання параметрів микроклимату до/після: освітлення)</p>	<p>Так</p>	<p>Так</p>

Продовження таблиці 2.3.

Фундамент	ПІ 15 : Заміна глибини закладення фундаменту	Скорочення нерациональних тепловират, усунення містків холоду, підвищення опору теплопередачі ооруджувальної конструкції	Теоретичне - теплотехнічний розрахунок Емпіричне - інструментальне (тепловізійне) обстеження	Так	Так
	ПІ 16 : Повна або часткова заміна фундаменту			Так	Так
	ПІ 17 : Гідроізоляція фундаменту.			Так	Так
Цоколь	ПІ 13 : Оздоблення та утеплення цоколя	Зниження тепловират, підвищення теплопередачі, усунення містків холоду, усунення нерациональних тепловират => скорочення споживання тепла	Теоретичне - теплотехнічний розрахунок Емпіричне - інструментальне (тепловізійне, встановлення датчиків теплопровідності), дані щодо споживання енергоресурсів	Так	Так
	ПІ 19 : Закладення тріщин			Так	Так
Вимощення	ПІ 20 : Пристрій/заміна вимощення	Усунення містків холоду	Емпіричне - інструментальне (тепловізійне) обстеження Експертне - індивідуальна чи колективна експертна оцінка методом бінарних порівнянь	Так	Так
	Інженерна інфраструктура	ПІ 21 : Заміна системи електропостачання	Скорочення нерациональних тепловират, зниження споживання енергоресурсу	Теоретичне - розрахунок споживання енергоресурсів за нормативом Емпіричне - інструментальне обстеження (комплексне), дані щодо споживання енергоресурсів (за періодами)	Так
ПІ 22 : Заміна системи теплопостачання				Так	Так
ПІ 23 : Заміна системи гарячого водопостачання				Так	Так
ПІ 24 : Заміна системи холодного водопостачання				Так	Так
ПІ 25 : Заміна системи водовідведення				Так	Так

2.2 Організаційно-технологічне моделювання реконструкції на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів

Реконструкція будівель ВНЗ є складною організаційно-технологічною моделлю, яка включає в себе взаємопов'язані ресурсні та технологічні модулі.

Формалізація організаційно-технологічних моделей процесів реконструкції будівель ВНЗ та їх базових структурних одиниць можлива за допомогою ідентифікації ТП. Організація ТП здійснюється за допомогою упорядкування робочих операцій, що входять до складу технологічних процесів, і на їх основі здійснюється формування ресурсних і технологічних модулів, найбільш значущими характеристиками яких є норми витрат праці та/або машинного часу їх виконавців [4].

У рамках цієї роботи пропонується формалізований підхід до організаційно-технологічного моделювання реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ. Даний підхід ґрунтується на формуванні ресурсних та технологічних модулів ТП та визначенні їх нормативно-технічних характеристик. Запропонована у роботі методика організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів базується на принципах економії праці та часу, запропонованих ще наприкінці ХІХ ст. Ф.У. Тейлор.

У п. 2.1 цього дослідження подано перелік ТП з урахуванням застосування ЕЕМ. Цей перелік сформовано, виходячи з конструктивних елементів, які залежать від конструктивної схеми будівлі. Відповідно, набір ТП для будівлі є варіативним, тому далі приймемо сукупність ТП з урахуванням застосування ЕЕМ як безліч TP_1 . Кожному ТП надається порядковий номер $i = \{1, 2, \dots, n\}$, де $n \in N$.

Методика організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів включає **5 етапів** :

1. Вибір ТП з енергозберігаючим ефектом (п. 2.1 цього дослідження);
2. Побудова уніфікованих РТМ;
3. Оцінка ТП з урахуванням застосування ЕЕМ за економічними, матеріальними та ресурсними показниками;
4. Особливості виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ в умовах ВНЗ;
5. Оцінка ефективності організації технологічних процесів під час реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ (п. 2.3 цього дослідження).

Далі розглянемо докладніше кожен окремий етап методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів.

Перший етап розглянуто в гол. 2 п. 2.1. даного дослідження, де представлений перелік ТП з урахуванням застосування ЕЕМ для основних конструктивних елементів будівлі, а споживаний ресурс та енергозберігаючий ефект від реалізації.

З другого краю етапі здійснюється побудова уніфікованих РТМ. Уніфікований РТМ будівельно-монтажних робіт з реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ є незмінним протягом тривалого періоду спеціально оброблений (агрегований) набір матеріальних і трудових ресурсів, сформований на основі даних по об'єктах-представникам [2].

РТМ формується за даними об'єктів-представників, на яких виконувались ідентичні робочі операції, що входять до складу технологічних процесів реконструкції будівлі. Об'єкти-представники повинні відповідати містобудівним та теплотехнічним вимогам, що висуваються на території

певного регіону, відображати специфічні особливості розвитку будівельного виробництва за технологічними рішеннями, максимально передбачати оптимізацію технологій з використанням нових ефективних матеріалів та виробів.

Дані про об'єкт-представника дозволяють вибрати найбільш раціональні організаційно-технологічні рішення для організаційно-технологічної моделі реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ.

При виборі об'єкта-представника необхідно максимально використовувати інформацію про фактичну вартість робіт, що виконуються. Об'єкти-представники розбиваються на функціональні групи залежно від ТП.

Кількість об'єктів-представників для формування РТМ визначається відповідно до характеристик вибірки за основними ознаками, які залежать від ТП.

РТМ будівельно-монтажних робіт з реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ складається із двох блоків [13, 15]:

ресурсного , що містить спеціально оброблені проектні обсяги у натуральному вираженні, матеріалів, виробів та нормативну величину витрат праці працівників, зайнятих на будівельно-монтажних роботах з реконструкції будівель ВНЗ.

вартісного , що включає як величину вартісної оцінки на одиницю обсягу ресурсу (ціна ресурсу), і повний його обсяг. Блок вартісний оцінка модуля містить показники вартості ресурсів за базовий період [4,5].

Формування ресурсного блоку РТМ здійснюється у наступній послідовності:

I. Визначається обсяг застосовуваних матеріальних ресурсів при виконанні робочих операцій, що входять до складу технологічних процесів з реконструкції на об'єктах-представниках.

Обсяг матеріальних ресурсів визначається сумарно за переліком робочих операцій (X_a , де $j = (1, 2, \dots, m_j, m \in N)$) окремо за застосовуваними матеріалами, машинами та механізмами або ТП в цілому.

Для виділення ресурсних показників використовуються:

- проектні матеріали про потрібні ресурси: кошторисна документація, відомості потреби матеріалів і зведені відомості потреби матеріалів, складені окремо: на вироби та деталі та інші будівельні матеріали, необхідних виробництва робіт;
- дані про витрати праці робітників та час використання будівельних машин, що наводяться в проектній документації.

Відповідно до чинних кошторисних нормативів, кожна робоча операція (робота) a_i включає перелік застосовуваних матеріалів, машин, механізмів і трудовитрат. Маючи в своєму розпорядженні ці дані, можна визначити тривалість як окремої робочої операції (робота) a_i , так і **ТП** i в цілому.

II. За кожною робочою операцією a_i виділяється матеріал-представник, вартість матеріалів-представників ($\sum C_{мп}$) у загальній вартості матеріалів (ZPm) з робочої операції a_i у базисних цінах має становити щонайменше 95 %, тобто. відношення (2.1).

$$\frac{\sum C_{мп}}{\sum C_m} * 100\% \geq 95\% \quad (2.1)$$

У випадках, коли у складі робочої операції вартість одного матеріалу-представника становить менше 95 % вартості матеріалів, виділяється кілька матеріалів-представників та один допоміжний матеріал-представник, що має мінімальну питому вагу вартості матеріалів за даною робочою операцією [3].

Вартість кожного матеріалу-представника у загальній вартості матеріалів у базисних цінах повинна становити не менше 5 %, а за допоміжним матеріалом – понад 5 % з урахуванням «інших матеріалів» та матеріалів, що мають за даною

робочою операцією питому вагу вартості матеріалів менше 5 %. У тих випадках, коли питома вага «інших матеріалів» становить у загальній вартості матеріалів понад 5 %, «інші матеріали» приймаються за матеріал-представник [5,8].

При розробці ресурсного блоку модуля не менше 85 % (за вартістю) матеріалів, виробів та конструкцій має бути враховано за конкретними позиціями їхньої основної номенклатури, згрупованими за однорідними групами. Матеріали, що не увійшли до основної номенклатури, відображаються як «інші матеріали» з фіксацією їх частки у відсотках від сумарної вартості матеріалів, охоплених основною номенклатурою [18]. Аналогічно формуються дані щодо машин і механізмів.

III. Визначається трудомісткість робочої операції.

Трудомісткість робочої операції залежить від встановлених нормальних умов праці та середнього розряду робітників та визначається за формулою (2.2).

$$P(a_j) = \frac{H_{вр.} * V}{8}, \quad (2.2)$$

де $P(a_j)$ - трудомісткість робочої операції a_j , люд. / год. (маш. * год.);

$H_{вр.}$ - норма часу виконання робочої операції a_j в залежності від умов праці та середнього розряду робітників, ч.;

V - обсяг роботи робочої операції a_j , куб.м;

8 - тривалість робочої зміни, год.

Трудовитрати визначаються у табличній формі, запропонована форма таблиці представлена на рис. 2.7.

IV. Розраховується тривалість робочої операції.

Тривалість механізованих робочих операцій та виконуваних вручну визначається по-різному. Тривалість механізованих робочих операцій має визначатися лише за продуктивністю машини. Тому спочатку встановлюється

тривалість механізованих робочих операцій, та був розраховується тривалість робочих операцій, виконуваних вручну.

Код ресурса	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4
1	Витрати праці робітників-будівельників (монтажників) Середній розряд робіт Матеріали:	люд. / год	
...	
...	
	Машини та механізми:		
...	...	маш. *ч	
...	...	маш. *ч	
...	Витрати праці машиністів	чол. *год	

Рисунок 2.7 – Визначення витрат праці робітників, машин та механізмів у т.ч. машиністів

Тривалість виконання механізованих робочих операцій $T_{\text{мех}}$ дн визначається за формулою 2.3.

$$T_{\text{мех}} = \frac{N_{\text{маш.-см.}}}{n_{\text{маш}} S} \quad (2.3)$$

Ресурсні показники можуть також розроблятися і на основі застосування статистичного інструментарію. Ресурсні показники використовуються для формування РТМ з метою визначення вартості робіт, що виконуються.

До вартісного блоку РТМ, що приймається як базисний, включаються показники вартості ресурсів у кошторисних цінах, введених в дію з 01.01.2001р. Для формування вартісного блоку РТМ у поточних цінах застосовується відповідний коефіцієнт переведення цін на поточний квартал та рік.

Формування вартісного блоку РТМ відбувається за такою схемою:

I. Визначається середньозважена вартість групи матеріалів у базовому рівні цін для аналізованого району. До блоку вартісної оцінки, що приймається

як базисний, включаються показники вартості ресурсів у кошторисних цінах, введених у дію з 01.01.2001р.

II. Виконується вартісна оцінка використання ресурсів загальний обсяг. Вартісна оцінка визначається як добуток сумарного обсягу ресурсів з урахуванням частки вартості ресурсів.

III. Розраховується вартість експлуатації машин та механізмів, що визначається у базисних цінах твору вартості експлуатації однієї машино-години на кількість машино-змін. Окремим рядком вказується величина заробітної плати осіб, зайнятих експлуатацією машин .

Алгоритм формування вартісного блоку РТМ представлений Рис. 2.9.

На **третьому етапі** виконується оцінка ТП з урахуванням застосування ЕЕМ за економічними, матеріальними та ресурсними показниками.

У РТМ обсяги застосування матеріальних та трудових ресурсів є фіксованими величинами. Помножуючи обсяги застосування матеріалів, виробів та конструкцій, на зареєстровані у поточному та базовому періодах ціни, а обсяг трудовитрат – на питомі вартісні показники, отримуємо вартісну оцінку кожного ресурсу, а по всій сукупності вартість ресурсів з ТП для виконання робіт з реконструкції (для відповідного періоду)в цілому.

Оцінці ресурсних показників ТП з урахуванням застосування ЕЕМ підлягають сумарні дані, отримані за конкретним процесом або за об'єктом загалом, або за відповідними розділами кошторису.

Особливості виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ в умовах ВНЗ визначаються на **четвертому етапі** організаційно - технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ.

Як основні специфічні особливості виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ в умовах ВНЗ, прийняті:

1. Виконання робіт із збереженням обліком навчального процесу;
2. Обмеженість фінансування програм енергозбереження;

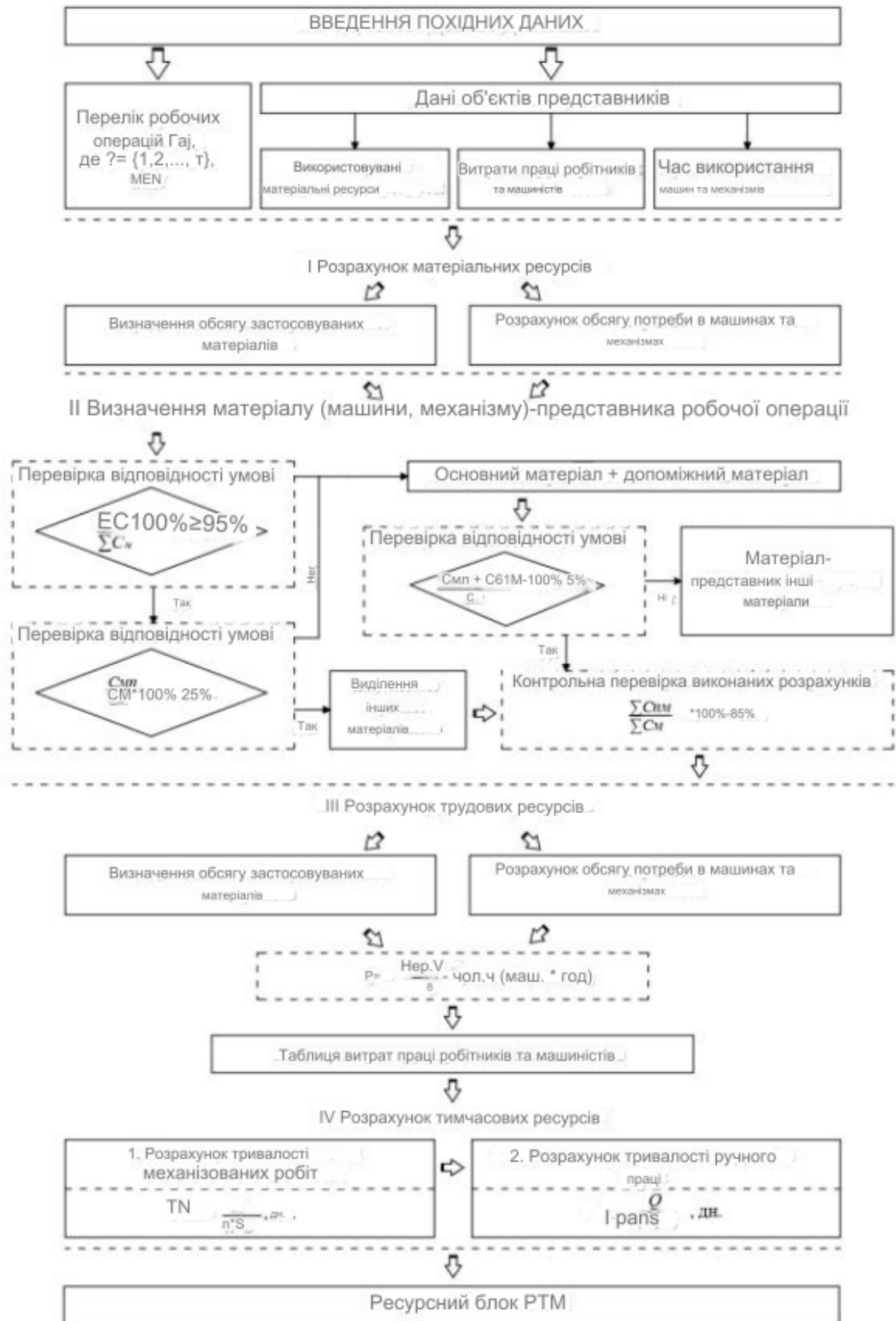


Рисунок 2.8 – Алгоритм формування ресурсного блоку РТМ

3. Строки виконання робіт;
4. Заходи з техніки безпеки.

Для проведення подальшого дослідження було прийнято такі умови:

- $n=25$ -склад ЕЕМ при реконструкції будівель ВНЗ (гл. 1, п.1.3, даного дослідження);
- Zf_j ТП - кількість ТП;
- $TJJLi^a j$ – кількість робочих операцій;
- $f(x)$ - функція впливу особливостей виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ, яка відображає у вигляді зростання-зменшення на проміжку часу початку-кінця виконання ТП₁.

Розглянемо першу особливість - проведення робіт з урахуванням збереження навчального процесу ВНЗ.

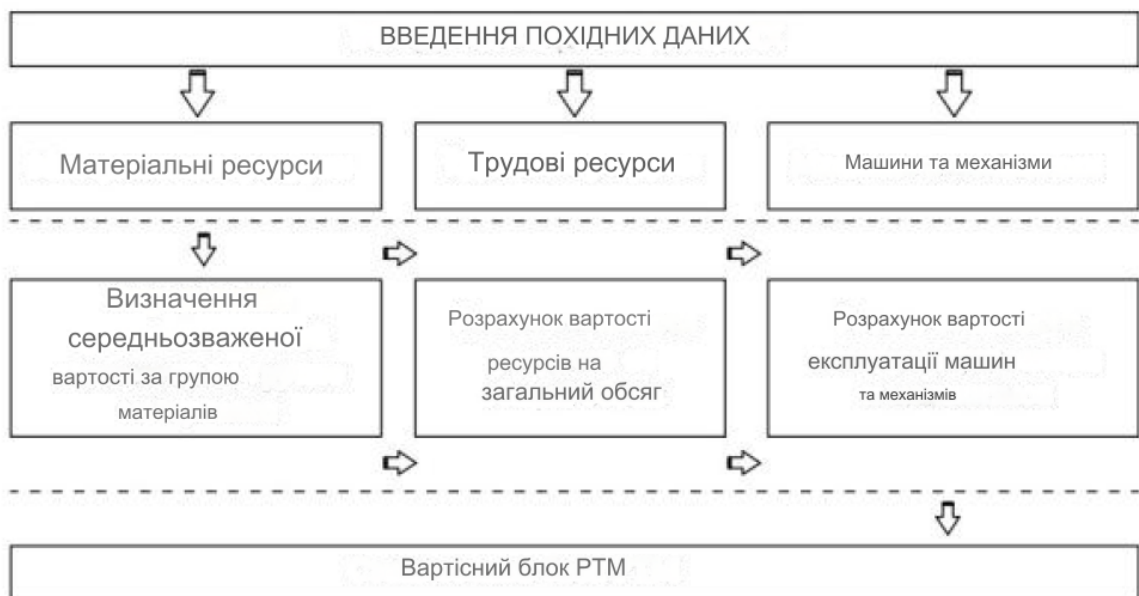


Рисунок 2.8 – Алгоритм формування вартісного блоку РТМ

Для визначення впливу цієї особливості використано метод ситуаційного моделювання.

Було розглянуто три варіанти виконання робіт, коли ТП:

1. не впливає на навчальний процес;

2. впливає на навчальний процес та необхідно передбачити додаткові заходи щодо організації робіт;
3. впливає на навчальний процес та необхідно призупинити його до завершення виконання робіт.

У роботі була встановлена залежність функції x) на виконання робіт з реконструкції ВНЗ.

Якщо ТП не впливає на навчальний процес, то функція монотонна ($f(x)$), отже, на формування РТМ це теж ніяк не впливає.

Якщо ж ТП впливає на навчальний процес, та вимагає додаткового передбачити заходи для продовження функціонування навчального процесу, то функція $f(x)$ впливатиме формування РТМ, тобто. $f(x)$ або зростає, або зменшується або залишається не зрадою в кожній складовій РТМ. Отримані залежності функції $f(x)$ впливу ТП на виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ представлені на рис.2.9.

Склад РТМ	Варіант виконання робіт		
	ТП не впливає на навчальний процес	ТП впливає на навчальний процес та необхідно передбачити додаткові заходи щодо організації робіт	ТП впливає на навчальний процес та необхідно призупинити його до завершення виконання робіт
Ресурсний блок: перелік робітників операцій	$f(x1) \rightarrow$	$f(x11) \rightarrow$ $f(x12) \nearrow$ $f(x13) \searrow$	-
Ресурсний блок: вибір матеріалів	$f(x2) \rightarrow$	$f(x21) \rightarrow$ $f(x22) \nearrow$ $f(x23) \searrow$	-
Ресурсний блок: розрахунок трудомісткості	$f(x3) \rightarrow$	$f(x31) \rightarrow$ $f(x32) \nearrow$ $f(x33) \searrow$	-
Ресурсний блок: визначення тривалості	$f(x4) \rightarrow$	$f(x41) \rightarrow$ $f(x42) \nearrow$ $f(x43) \searrow$	-
Вартісний блок: розрахунок вартості В базисному рівні цін/у поточному рівні цін	$f(x5) \rightarrow$	$f(x51) \rightarrow$ $f(x52) \nearrow$ $f(x53) \searrow$	-

Рисунок 2.9 – Вплив ТП на виконання робіт з реконструкції ВНЗ

За умови, коли ТП не впливає на навчальний процес, формування РТМ здійснюється стандартно, організація робіт з реконструкції здійснюється за стандартними умовами.

Як заходи, які необхідно передбачити у разі розвитку другого варіанту, запропоновано: зміну розкладу навчального процесу, перенесення навантаження на інші площі будівлі, додаткові заходи з техніки безпеки та ін. Після розгляду всіх варіантів впливу ТП на виконання робіт з реконструкції ВНЗ, було зроблено висновок про те, що найбільш прийнятними є перший та другий варіанти. Цей висновок ґрунтується на тому, що, зупинити повністю функціонування ВНЗ до завершення проведення робіт із реконструкції неможливо.

Розглянувши другу особливість виконання робіт з реконструкції будівель ВНЗ - обмеженість фінансування програм енергозбереження, було встановлено, що вибір ТП, в якому за першим критерієм йде збільшення вартості, на відміну від базової вартості, є неприпустимим. Вплив ТП на вартість робіт з реконструкції ВНЗ подано на рис.2.10.

Таким чином, необхідно виключити всі варіанти, в яких функція $f(x)$ зростає на будь-якій складовій вартісного блоку РТМ, і вибрати варіанти розвитку, при яких функція $f(x)$ залишається монотонною, або зменшується. Дослідження **третьої особливості** - терміни виконання робіт показало, що пріоритетом будуть ТП, які дозволяють:

- для першого варіанта виконання робіт, залишити базові показники тривалості;
- для другого варіанта скоротити терміни виконання робіт.

Вплив ТП на тривалість робіт з реконструкції ВНЗ (за умови еталонного моделювання) представлено на рис.2.11.

Загалом четвертий етап організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ представлений на Рис. 2.12.

Склад РТМ	Варіант виконання робіт	
	ТП не впливає на навчальний процес	ТП впливає на навчальний процес та необхідно передбачити додаткові заходи щодо організації робіт
Ресурсний блок: список робочих операцій	$f(x1) \rightarrow$	$f(x11) \rightarrow$ $f(x12) \nearrow$ $f(x13) \searrow$
Ресурсний блок: вибір матеріалів	$f(x2) \rightarrow$	$f(x21) \rightarrow$ $f(x22) \nearrow$ $f(x23) \searrow$
Ресурсний блок: розрахунок трудомісткості	$f(x3) \rightarrow$	$f(x31) \rightarrow$ $f(x32) \nearrow$ $f(x33) \searrow$
Ресурсний блок: визначення тривалості	$f(x4) \rightarrow$	$f(x41) \rightarrow$ $f(x42) \nearrow$ $f(x43) \searrow$
Вартісний блок: розрахунок вартості В базисному рівні цін/у поточному рівні цін	$f(x5) \rightarrow$	$f(x51) \rightarrow$ $f(x53) \searrow$

Рисунок 2.10 – Вплив ТП на вартість робіт з реконструкції ВНЗ

Склад РТМ	Варіант виконання робіт	
	ТП не впливає на навчальний процес	ТП впливає на навчальний процес та необхідно передбачити додаткові заходи щодо організації робіт
Ресурсний блок: список робочих операцій	$f(x1) \rightarrow$	$f(x11) \rightarrow$ $f(x12) \nearrow$ $f(x13) \searrow$
Ресурсний блок: вибір матеріалів	$f(x2) \rightarrow$	$f(x21) \rightarrow$ $f(x22) \nearrow$ $f(x23) \searrow$
Ресурсний блок: розрахунок трудомісткості	$f(x3) \rightarrow$	$f(x31) \rightarrow$ $f(x32) \nearrow$ $f(x33) \searrow$
Ресурсний блок: визначення тривалості	$f(x4) \rightarrow$	$f(x41) \rightarrow$ $f(x43) \searrow$
Вартісний блок: розрахунок вартості В базисному рівні цін/у поточному рівні цін	$f(x5) \rightarrow$	$f(x51) \rightarrow$ $f(x53) \searrow$

Рисунок 2.11 – Вплив ТП на тривалість робіт із реконструкції ВНЗ (за умови еталонного моделювання)

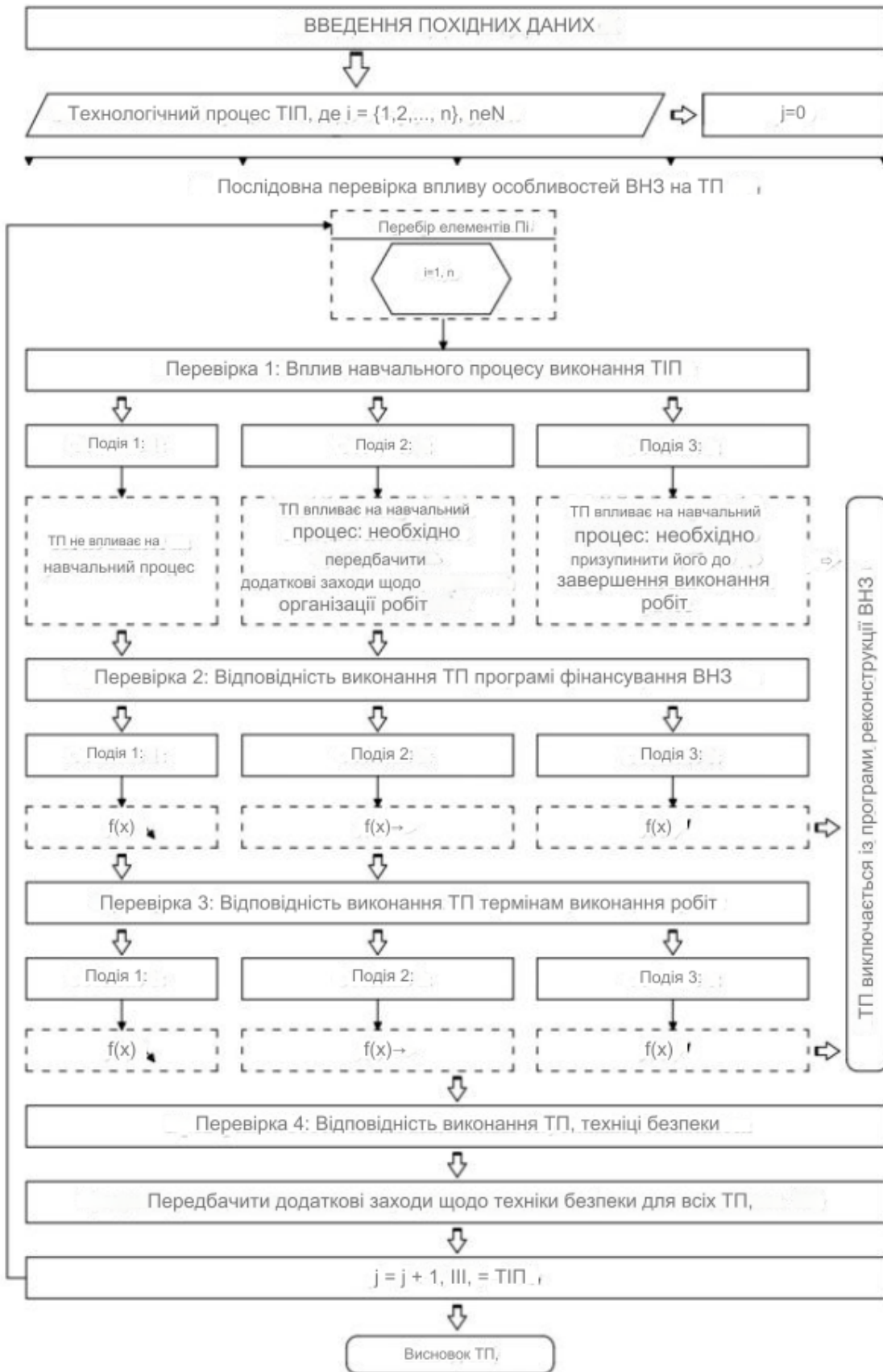


Рисунок 2.11 – Цикл перевірки відповідності ТП особливостям ВНЗ

Отже, з ТП, після відбору за вищевказаними умовами, вибираємо ті, за яких функція $f(x)$ залишається монотонною, або зменшується (за умови еталонного моделювання). Якщо функція $f(x)$ зростає за будь-яких варіантах виконання робіт, вибираємо тільки ті, при яких збільшення вартості мінімально і сумарно комплекс робіт не перевищує програму фінансування.

Проведені розрахунки показали, що четверта особливість - заходи з техніки безпеки є обов'язковою умовою, незалежно від варіанту виконання робіт з реконструкції ВНЗ [5,9].

2.3 Оцінка ефективності організації технологічних процесів реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ

На п'ятому етапі організаційно-технологічного методики моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів проводиться оцінка ефективності організації ТП. Оцінка ефективності організації ТП при реконструкції ВНЗ здійснюється за економічними та енергетичними критеріями.

Для вирішення завдань оцінки ефективності організації ТП при реконструкції ВНЗ, існує досить значна кількість методів та моделей [10, 12,13]. Однак, у існуючих дослідженнях відсутні чіткі рекомендації щодо вибору найбільш пріоритетного ТП з урахуванням застосування ЕЕМ для певного виду робіт [4,6].

Процедура підвищення ефективності ТП при реконструкції ВНЗ є, по суті, багатокритеріальним завданням, коли доводиться враховувати відразу кілька факторів, що характеризують ТП з урахуванням умов обмеження.

Для вирішення такого завдання було використано метод критеріального аналізу визначення коефіцієнта вагомості ц спільно з методом експертної оцінки.

На першому етапі критеріального аналізу складається матриця критеріїв:

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} \dots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} \dots & q_{2m} \\ \dots & & \\ q_{n1} & q_{n2} \dots & q_{nm} \end{pmatrix} \quad (2.5)$$

де кожен рядок i відповідає ТП, стовпець j – певному критерію, а q_{ij} - значення критерію j ТП.

За наслідками розрахунку заповнюється таблиця. Форму таблиці представлено на рис. 2.12.

	Критерій 1	Критерій 2	...	Критерій т
ТП1				
ТП2				
...				
ТПn				

Рисунок 2.12 – Загальний вигляд таблиці критеріальної оцінки ТП

Наступним кроком є перевірка відповідності значень критеріїв (q_{ij}) умовам обмеження та виключення ТП у разі невиконання умови (2.6):

$$q_{ij} \leq Q_{j\max}, \quad (2.6)$$

де $Q_{j\max}$ - гранично допустиме значення критерію q_j .

Таким чином, кількість виключених ТП (N) може бути $N = [0; n]$. У цьому випадку матриця буде розмірністю $h * m$, де $h = n - N$.

Далі проводиться експертна оцінка технологічних процесів ТП. Як експерт виступає одна людина, або ЕОМ для розміщення балів. Бали надаються значенням умов q_j від 1 до h у порядку зростання пріоритету значення критерію.

Останній крок – розрахунок коефіцієнта вагомості μ для ТП та перевірка правильності розрахунку.

Коефіцієнт вагомості μ розраховується формулою (2.7):

$$\mu_i = \frac{\sum g_{ij}}{\sum \sum g_{ij} g_{ij}}, \quad (2.7)$$

де μ_i - Коефіцієнт вагомості;

g_{ij} - Значення одиничного показника, представленого в балах по кожному j -му властивості.

Перевірка здійснюється за формулою (2.8):

$$\sum \mu_i = 1 \quad (2.8)$$

якщо умова не виконується, необхідно перевірити правильність розрахунків.

На підставі проведеного критеріального аналізу та розрахунку коефіцієнта вагомості, експертом робиться висновок про найбільш ефективне ТП, який пропонується до впровадження.

В результаті проведеного аналізу особливостей виконання робіт з реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ та вимог щодо ЕЕМ, було встановлено дві групи критеріїв, за якими здійснюється оцінка ефективності ТП:

1 група . Економічні:

- Витрати на проведення ТП у базових цінах станом на 1.01.2001р. та у поточному рівні цін;

- тривалість робіт;
- Трудомісткість робіт;
- чистий дисконтований прибуток (ЧДД);
- індекс прибутковості (ВД);
- термін окупності (Ток).

2 група . Енергетичні:

- Енергетична ефективність ТП у натуральних показниках;
- Енергетична ефективність ТП у вартісному вираженні;
- термін окупності;

По 1 групі оціночних критеріїв розроблено наведені нижче методи розрахунку [6].

На економічний критерій - витрати на проведення ТП у базових цінах за станом та в поточному рівні цін накладаються умова обмеження фінансування, отже слід виключити варіанти ТП зі списку ТП, якщо не виконується умова (2.9).

$$K_{ТПі} \leq K_{\max}, \quad (2.9)$$

де $K_{ТПі}$ - сума капітальних витрат на виконання і -го ТП, грн .;

K_{\max} - сума капітальних витрат у рамках квот Міносвіти України, грн .

На економічний критерій – тривалість робіт накладаються умови щодо обмеження часу. У зв'язку з тим, що роботи з реконструкції ВНЗ виконуються без зупинки навчального процесу, необхідно їх проводити під час мінімальної завантаженості аудиторного фонду. Аналіз завантаженості аудиторій показав, що рівень завантаженості носить циклічний та періодичний за часом характер і залежить від освітнього циклу. Максимальна тривалість робіт для освітнього закладу (ВНЗ), згідно з аналізом, має становити не більше 6 місяців.

Оцінку економічної ефективності організації ТП під час реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ запропоновано виконувати за такими

показниками: чистий дисконтований дохід (ЧДД), індекс прибутковості (ІД), термін окупності ($T_{ок}$) [6, 9]. Ці показники характеризуються низкою переваг - простотою розуміння, доступністю використовуваної у розрахунках інформацією тощо.

Розмір ЧДД обчислюється за такою формулою (2.10):

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (2.10)$$

де R_t – результати, що досягаються на t -му кроці, тис. грн. ;

Z_t - витрати, що здійснюються на тому ж кроці, тис. грн. ;

T - Тривалість розрахункового періоду, років;

$(R_t - Z_t)$ - ефект, що досягається на t -му кроці, тис. грн. ;

E - стала норма дисконту, прийнятної нормі доходу капітал, частки одиниці.

Чистий дисконтований дохід виступає як критерій доцільності вкладення коштів у ТП.

Якщо ЧДД ТП є позитивним, ТП є ефективним (за даної норми дисконту) і може розглядатися питання про впровадження. Чим більше ЧДР, тим ефективніше ТП.

Індекс прибутковості (ІП) - являє собою відношення суми наведених ефектів до величини капіталовкладень.

Індекс прибутковості тісно пов'язаний із ЧДД: якщо ЧДД позитивний, то ІП більше 1 і навпаки. Якщо ВД більше 1, ТП ефективні, якщо ВД менше 1 - неефективні.

ІП визначається за формулою (2.11):

$$ИД = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) * \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (2.11)$$

де K – сума дисконтованих капіталовкладень, тис. грн .

За допомогою цього показника оцінюється, яка частина інвестиційних витрат повертається щорічно у вигляді грошових надходжень.

Термін окупності - мінімальний часовий інтервал, поза якого інтегральний ефект стає й надалі залишається неотрицательним.

Термін окупності $T_{ок}$ відбиває зв'язок між чистими інвестиціями та щомісячними (щорічними) грошовими надходженнями від здійснення заходів. середньорічній сумі грошових надходжень від діяльності, одержаних у результаті реалізації ТП [13].

В результаті розрахунку виходить кількість місяців (років), протягом яких капіталовкладення відшкодовуються отриманим прибутком від ЕЕМ під час проведення реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ. Чим менший цей показник, тим ефективнішими є капіталовкладення, т.к. швидше окупаються витрати.

Термін окупності є широко використовуваним показником з метою оцінки того, чи відшкодовуються початкові інвестиції під час проведення реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ [12].

Для розрахунку критеріїв вхідних груп 2 пропонуються методи подані далі.

Енергетична ефективність ТП передбачає використання спрощеної схеми розрахунку не враховуючи чинника часу (дисконтування), т.к. оцінка кожного заходу з урахуванням дисконтування не буде достовірною і цей процес є дуже трудомістким і тривалим.

Енергетична ефективність ТП у натуральних показниках визначається як різниця у фактичному споживанні за приладами обліку до проведення робіт та розрахункового споживання після їх проведення (2.12)

$$\mathcal{E}_n = P_{\phi} - P_p \quad (2.12)$$

де E_n - економія енергоресурсу в натуральному вираженні;

P_f - фактичне споживання енергоресурсу у натуральному вираженні;

P_p - розрахункове споживання енергоресурсу після проведення ТП у натуральному вираженні.

Енергетична ефективність ТП у грошах визначається як добуток розрахункової економії в натуральному виразі на тариф поточного року (2.13).

$$\mathcal{E}_d = \mathcal{E}_n * T \quad (2.13)$$

Термін окупності є періодом часу (n), протягом якого сума грошової економії від впровадження ЕЕМ покриє витрати на його впровадження і проводиться послідовним підсумовуванням грошової економії за роками розрахункового періоду, поки отримана сума не зрівняється із сумою капіталовкладень (2.14).

$$K = \sum_{t=1}^n (\mathcal{E}_d)_t \quad (2.14)$$

Шуканою величиною є термін рівний n , років, що забезпечує рівність лівої та правої частин.

Методика оцінки ефективності вибору ТП та проведення реконструкції загалом з погляду економічних та енергетичних критеріїв наведено на рис. 2.12.

Вирішення поставленого завдання з розробки методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції будівель ВНЗ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів, вибір методів та її рішення є функціональною моделлю. У роботі представлений спрощений варіант функціональної моделі, в якій кількість ресурсів та розподіл робочих операцій між ТП прийнято заданим та включено у функціональну модель.

Як показано вище (п. 1.3, п. 2.2, 2.3 даного дослідження) методика організаційно-технологічного моделювання реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів формується послідовно шляхом об'єднання п'яти етапів (рис. 2.13).

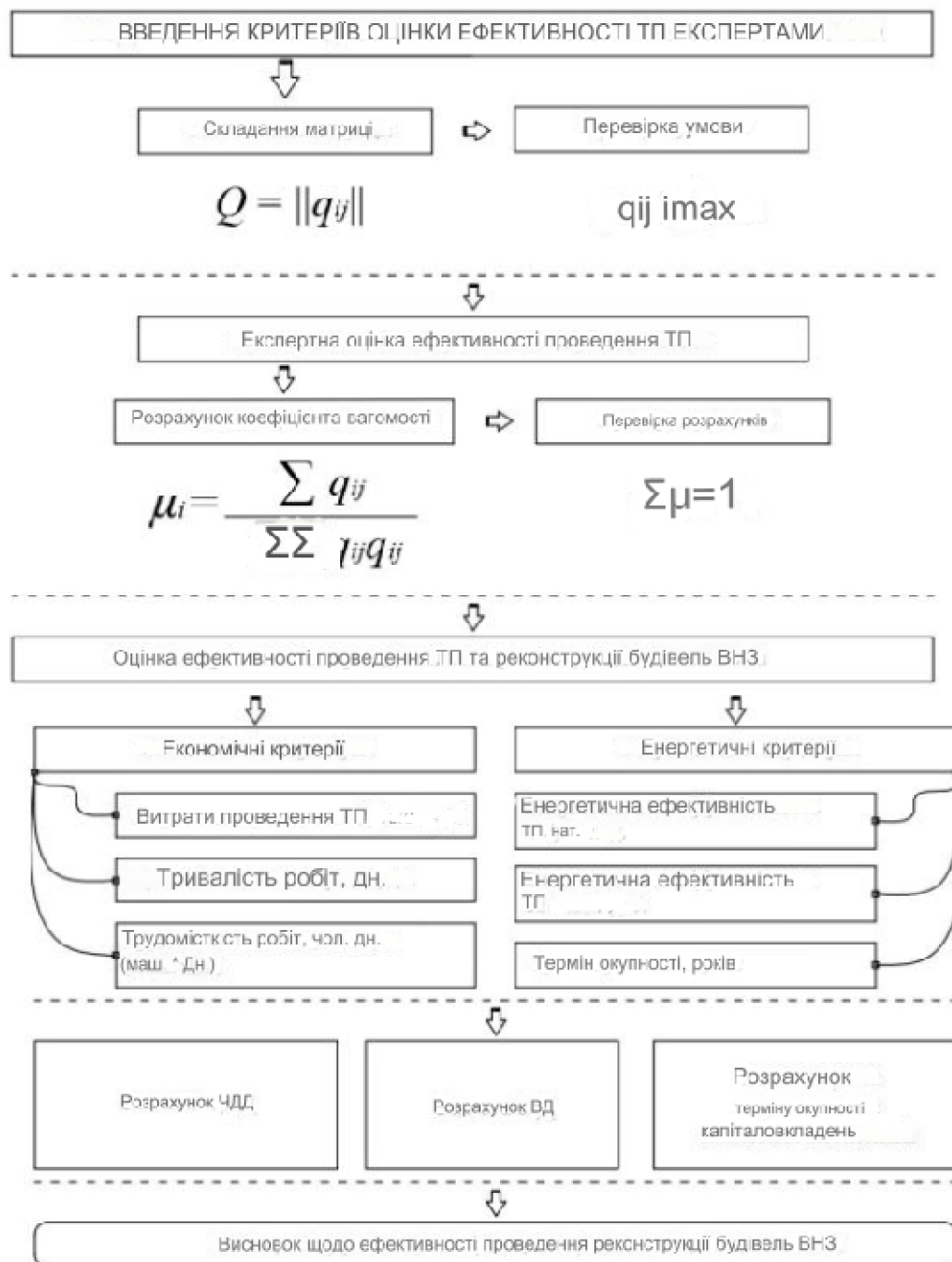


Рисунок 2.13 – Алгоритм проведення економічної та енергетичної оцінки ТП та реконструкції будівель ВНЗ в цілому

3 ПРАКТИЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ ОРГАНІЗАЦІЙНО - ТЕХНОЛОГІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

3.1 Технологічні процеси реконструкції ЧДТУ

Як об'єкт для організаційно-технологічного моделювання було обрано комплекс будівель державної бюджетної освітньої установи вищої освіти Черкаський державний технологічний університет.

На балансі закладу знаходиться 30 навчально-лабораторних корпусів, 10 гуртожитків, легкоатлетичний манеж, універсальний стадіон зі штучним покриттям, фізкультурно-оздоровчий комплекс із басейном, конгрес-хол, два студентські оздоровчо-спортивні комплекси, 4 бази відпочинку, центр дошкільної освіти, розташовані на території м. Черкаси

У рамках дослідження було проведено енергетичне обстеження об'єктів, що входять до будівельного кампусу.

Практична апробація розробленої методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів виконувалася на прикладі навчально-лабораторного корпусу №5 ЧДТУ.

На першому етапі було проведено обстеження та аналіз технічної документації об'єкта, в результаті проведеної роботи було зібрано основні відомості про об'єкт, які представлені в табл. 3.1.

Наступним етапом у роботі виконано вибір ТП та ЕЕМ, які необхідно провести у рамках реконструкції обраного комплексу будівель ВНЗ.

Для визначення енергозберігаючого ефекту від реалізації ТП було складено енергетичні баланси щодо кожного виду ресурсу за базовий рік. Так

Таблиця 3.1 – Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення

Найменування	Навчально-лабораторний корпус №5				
Рік будівництва	1960	Площа забудови	24594,35 кв. м	Будівельний об'єм	19588 куб. м
Загальна площа будівлі	4275,7 кв. м	Корисна площа	3196,47 кв. м	Розрахункова площа	2773,76 кв. м
Кількість поверхів	4	Висота поверху	3,6м 1-3 пов. 2,8 4м пов.		
Технічний опис будівлі					
№ п/п	Найменування конструктивних елементів	Опис елементів (матеріал, конструкція або система, оздоблення та інше)			
1	Фундамент	Стрічкові на природній основі з бетонних блоків.			
2	Зовнішні та внутрішні капітальні стіни	Огороджувальні стіни виготовлені з керамзито-бетонних панелей.			
3	Перегородки	У санвузлах, кімнатах зберігання інвентарю – з вологостійкого гіпсокартону. В інших приміщеннях – із гіпсокартону. У коридорах – з цегли товщиною 120мм.			
4	Перекриття	Зі збірних залізобетонних плит			
5	Дах	Двох видів: плоска 0,02, з внутрішнім водостоком, і скатна із зовнішнім водостоком.			
6	Підлоги	Ленолеум, плитка, кам'яне оздоблення.			
7	Отвори (вікна, двері)	Вікна, вітражі та входні двері виконані із заповненням однокамерним склопакетом.			
8	Оздоблення:				
	Зовнішня Внутрішня	Обштукатурена поверхня стін та цоколя. Тамбури, пост охорони, коридори, кабінети, навчальні лабораторії, житлові кімнати, сходові клітки: стеля – підвісний типу Armstrong; штукатурка, шпаклівка. Душові та туалети: стеля - шпаклівка, ґрунтовка, фарбування водоемульсійною фарбою, стіни - штукатурка, шпаклівка, ґрунтовка, фарбування			
9	Опалення	Система опалення одноконтурна водяна з верхнім розведенням. Магістральні трубопроводи – із сталевих водогазопровідних труб. Підводки до опалювальних приладів - з полімерних та			

Продовження таблиці 3.1.

		сталевих водогазопровідних труб. Опалювальні прилади - біметалічні та чавунні радіатори МС-140. Запірна та регулююча арматура відсутня. Навчальні та адміністративні корпуси 1, 2, 3, 4 та 5 мають один загальний вузол обліку теплової енергії на опалення та гарячу воду, розташований у корпусі. Облік витрати теплової енергії на опалення та ГВП здійснюється комерційним вузлом обліку теплової енергії (УУТЕ) (рис.3.1), що включає теплолічильник «Теплоком ВКТ-7», витратоміри на магістралі, що подає і зворотній, манометри, датчики температури.
	Електрика	Електропостачання навчально-лабораторного корпусу здійснюється від абонентської підстанції ТП 1330, що знаходиться на території ВНЗ. Дозволена встановлена потужність 450 кВт за адресою вул. Соціалістична, 162. Категорія надійності друга, що відповідає зведенню правил щодо проектування та монтажу електроустановок житлових та громадських будівель По території встановлено вуличне освітлення, кабель на вуличне освітлення використовується АВВГ 3*4 та ВВГ 3*2,5. Встановлено пожежну сигналізацію, аварійне освітлення та відеоспостереження. У будівлі встановлені загальні відключаючі рубильники та відключаючі автомати, також окремо встановлені відключаючі автомати на потужне електричне обладнання. Електрична енергія, що надходить на об'єкт, витрачається на цілі внутрішнього та зовнішнього освітлення, живлення електро побутових та технічних приладів.
	Водопровід	Внутрішні системи водопроводу: - водопровід господарсько-протипожежний; - мережа гарячого водопостачання подає та циркуляційна; Джерело холодного водопостачання – існуюча міська мережа водопроводу.
	Каналізація	Внутрішні системи та каналізації: - каналізація побутова; - каналізація дощова. Місце скидання стічних вод господарсько-побутової каналізації – існуюча міська мережа каналізації.
	Гаряче водопостачання	Джерело гарячого водопостачання – міська ТЕЦ.
	Вентиляція	Переважно загальнообмінна природна безканална. Лабораторії корпусу обладнані витяжною механічною системою вентиляції.
11	Сходи	Залізобетонні



Рисунок 3.1 – Рамка управління навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ

само було проаналізовано інформацію про споживання теплової, електричної енергії, води та складено динаміку їх споживання за останні п'ять років (рис. 3.2).

На підставі складених балансів було визначено нераціональні втрати енергоресурсів (рис. 3.3 – 3.5). Як основні джерела втрат енергоресурсів було встановлено: огорожувальні конструкції, віконні та дверні заповнення, інженерні комунікації тощо.

За результатами аналізів договорів з електропостачальними організаціями було визначено межу балансової належності електромереж (кордон розділу) між ВНЗ та Мережевою організацією, кордон експлуатаційної відповідальності сторін та розрахунок оплати за електроенергію. На підставі договорів з теплопостачальною організацією визначено перелік послуг університету, що надаються, облік та розрахунок споживання теплової енергії, коригування витрат теплової енергії та хімоочищеної води, визначених за середніми

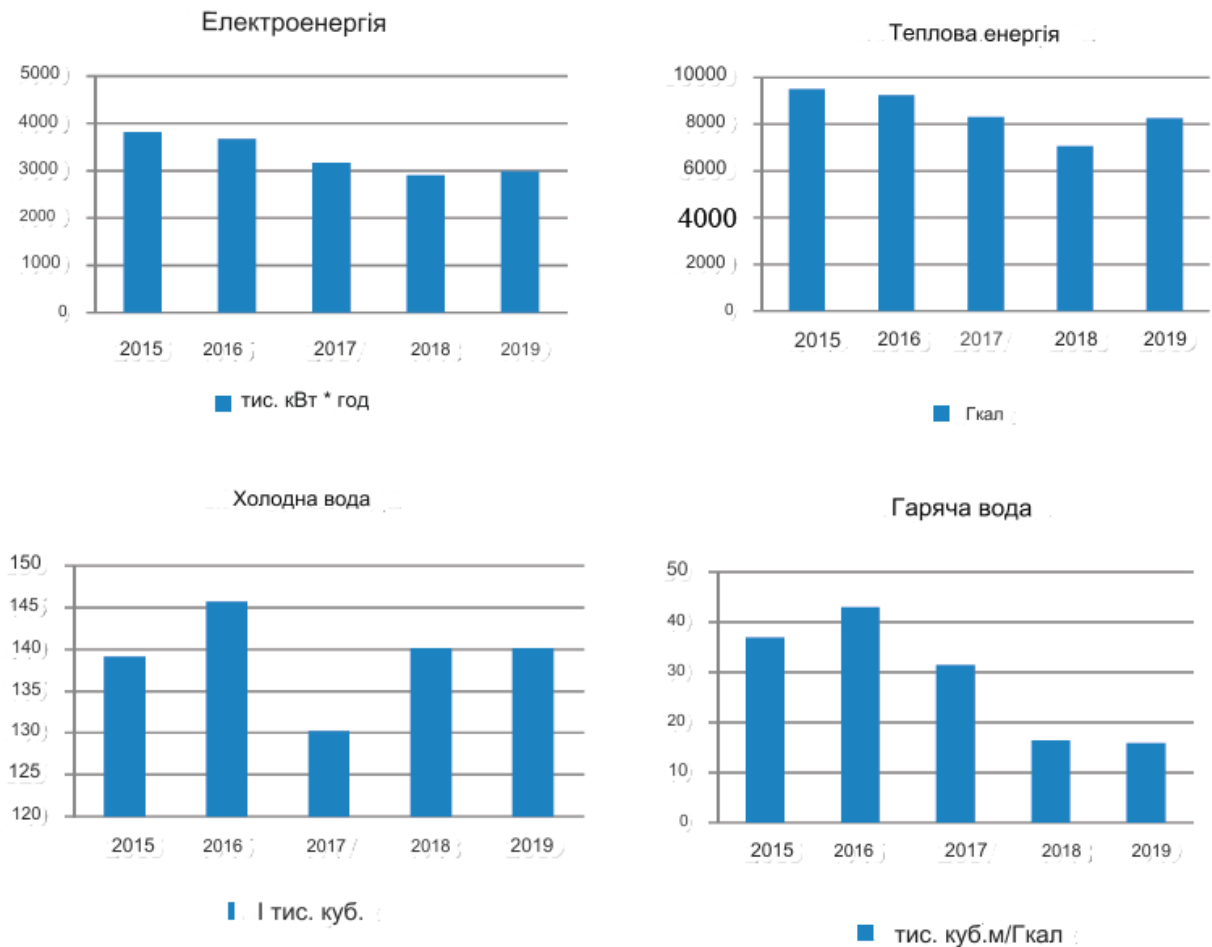


Рисунок 3.2 – Динаміка споживання енергетичних ресурсів за 2015-2019рр.

показаннями приладів обліку. За договором з водопостачальною організацією визначено послуги, що надаються водоканалом, та облік споживаної води [5].

На вказаному об'єкті було проведено візуальне обстеження систем інженерних комунікацій ВНЗ: обстеження рамок керування, котельнь, газорозподільної шафи, приладів обліку, а також інструментальне обстеження. Проведено виміри світлопрозорих конструкцій, дверних отворів.

В рамках інструментального обстеження було проведено тепловізійне обстеження теплотехнічного стану конструкцій, що огорожують опалюваних будівель. За результатом проведеного обстеження за допомогою інфрачервоної

термографії виявлено ділянки підвищених втрат тепла, прихованих дефектів зовнішніх огорож будівель.



Рисунок 3.3 – Нераціональні втрати теплової енергії



Рисунок 3.4 – Нераціональні втрати води



Рисунок 3.5 – Нераціональні втрати електроенергії

На підставі проведених досліджень та розрахунків було встановлено, що клас енергоефективності навчально-лабораторного корпусу «Ю-«низький», що не відповідає існуючим вимогам.

За результатами проведеного комплексного обстеження навчально-лабораторного корпусу, а також на підставі п. 2.1 та [16] був обраний як основний ТП при реконструкції прийнятий ТП₆ енергозберігаючий ефект, від реалізації якого дозволить скоротити тепловтрати конструкцій, що захищають, підвищити опір теплопередачі, виключити нераціональні втрати, як наслідок, призведе до скорочення споживання теплової енергії [14].

3.2 Ресурсно-технологічні модулі основних енергозберігаючих заходів

В рамках практичної апробації методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі

принципів формування ресурсних та технологічних модулів у даному розділі представлені уніфіковані РТМ, виконано оцінку ТП з урахуванням застосування ЕЕМ за економічними, матеріальними та ресурсними показниками, визначено особливості виконання робіт з реконструкції з урахуванням застосування ЕЕМ за умов ВНЗ.

У зв'язку з тим, що як основний ТП при реконструкції прийнятий ТП 6 енергозберігаючий ефект, від реалізації якого дозволить скоротити тепловтрати конструкцій, що огорожують, підвищити опір теплопередачі, зменшить нераціональних тепловтрат і як наслідок призведе до скорочення споживання теплової енергії. Були розглянуті варіанти способу утеплення.

Сьогодні утеплення фасадів проводиться різними технологіями, найбільш поширеними є внутрішнє утеплення та зовнішнє утеплення термопанелями, утеплення по системі «Мокрий фасад», вентильований фасад, утеплення під обшивку та утеплення під облицювальну цеглу.

Кожен метод утеплення відрізняється складом матеріалів, видами робіт і вартістю [11].

Основним елементом у всіх системах утеплення є теплоізоляція. Тому як матеріал-представник для розробки РТМ був обраний утеплювач. Найбільш вагома ознака поділу всіх видів матеріалів, від якої залежать основні властивості теплоізоляції – за видом вихідної сировини. Всі теплоізоляційні матеріали поділяються на

органічні та неорганічні. До органічних матеріалів відносяться:

- деревноволокнисті плити (ДВП),
- деревностружкові плити (ДСП),
- арболіт,
- очеретяні плити,
- торф'яні плити,
- газонаповнені пластмаси.

Органічні теплоізоляційні матеріали мають істотні недоліки. Більшість з них горючі, легко поглинають воду і мають невисоку біостійкість, що веде до їх недовговічності. Тому ця група теплоізоляційних матеріалів як найбільш раціональний варіант утеплення для громадських будівель не розглядалася.

Неорганічні матеріали найбільш поширені у використанні через свої високі теплоізоляційні якості, вогнестійкість і біостійкість. Тому як теплоізоляція громадських будівель зупинимося на цій групі матеріалів. Основні класи неорганічних теплоізоляційних матеріалів представлені на рис. 3.6[1].

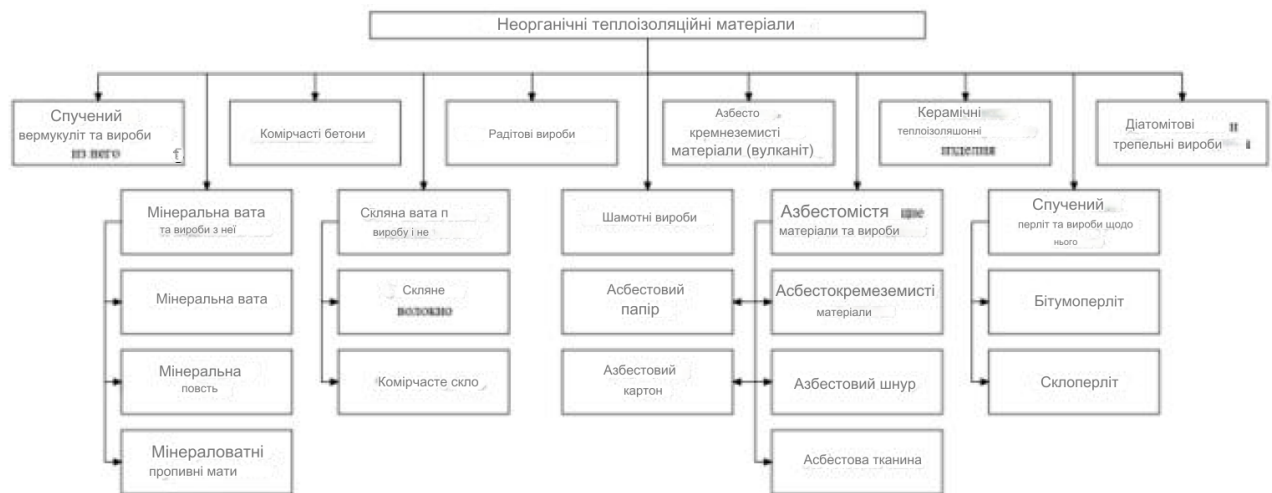


Рисунок 3.6 – Неорганічні теплоізоляційні матеріали

Кожен клас неорганічних матеріалів має велику різноманітність виробників та видів. Основні показники, що впливають на вибір теплоізоляційного матеріалу:

- призначення (область застосування),
- горючість,
- коефіцієнт теплопровідності,
- товщина.

З метою проведення розрахунків ефективності підвищення рівня теплового захисту будівель утепленням зовнішніх конструкцій, що захищають, було проведено аналіз будівельного ринку теплоізоляційних матеріалів. За

результатами цього аналізу та на підставі наведених вище показників визначено найбільш підходящі теплоізоляційні матеріали для кожного варіанта утеплення фасаду.

Підбір утеплювача проводився згідно з вимогами, в якому нормується величина значення питомого опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, що захищають (R_0). Для громадських будівель у м. Черкаси, значення R_0 має бути не менше $2,21 \text{ м} \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ [9].

Підбір технологій та результати підбору теплоізоляції для кожного варіанта утеплення фасаду наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Варіанти підвищення теплового захисту будівлі

П. №	Варіант утеплення	Тип утеплювача	Товщина, мм
1.	Вентильований фасад	URSA GEO П-30	60
		ІЗОРОК ІЗОВЕНТ	60
		ІЗОРОК ІЗОВЕНТ-Л	40
		ROCKWOOL ВЕНТІ БАТТС	40
2.	«Мокрий фасад»	ІЗОРОК Плити ІЗОФАС-90/110	70
		ІЗОРОК Плити ІЗОФАС-	70
		140/160	
		ROCKWOOL ПЛАСТЕР БАТТС	60
		ІЗОРОК ІЗОФЛОР	60
		URSA GEO П-20	50
		ROCKWOOL КАВІТІ БАТТС	50
ROCKWOOL ЛАЙТ БАТТС	60		

У цій таблиці немає горючих теплоізоляційних матеріалів, так як для громадських будівель вони не застосовні за вимогами пожежної безпеки, зокрема, виключено і утеплення термопанелями [11].

На кожний варіант підвищення теплового захисту будівлі були розроблені РТМ згідно з методикою наведеною в розділі 2.

Об'єктом для розробки РТМ підвищення теплового захисту огорожувальних конструкцій будівлі стала проектно-кошторисна документація найпоширеніших масових типових проектів, що застосовуються на території Черкаської області. РТМ підвищення теплового захисту конструкцій будівлі, що захищають, представлена в [7].

Для визначення найбільш ефективного варіанта утеплення проведено критеріальний аналіз експертною оцінкою за допомогою коефіцієнта вагомості.

Вибрані варіанти утеплення оцінювалися за основними показниками ефективності за допомогою коефіцієнта вагомості ρ , що визначається за формулою (2.5).

На підставі проведеного критеріального аналізу було проведено оцінку та здійснено підбір найбільш ефективних варіантів ТП 6. З вибраних варіантів методом порівняльного аналізу обрано найбільш підходящий варіант утеплення фасаду для навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ – вентиляований фасад із застосуванням утеплювача URSA GEO П-30 товщиною 60мм.

3.3 Організаційно-технологічна модель будівельного виробництва під час реконструкції навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ

Як зазначалося вище (п. 2.2. даного дослідження) організаційно-технологічне моделювання у застосуванні до процесів реконструкції будівель ВНЗ ґрунтується на поділі моделей на структурну та функціональну складові –

модель просторово-технологічної структури та функціональну модель процесу реконструкції будівлі ВНЗ.

Модель просторово-технологічної структури формується з прийнятих за базові простих ТП, що входять до їх складу робочих операцій, елементи яких складаються із РТМ. РТМ являє собою мінімальний трудовий та/або технічний ресурс ТП, який виконує роботу (роботу-модуль) обсягом, що дорівнює його змінному виробленню, і займає необхідний для виконання цієї роботи робочий простір - фронт робіт. Ці елементи складають у своїй сукупності організаційно-технологічну модель будівельного виробництва під час реконструкції ВНЗ. Аналіз організаційно -технологічної моделі проводиться на рівні ТП. При цьому використовується формальний метод теорії графів, експертного оцінювання та методи мережного планування та теорії розкладів.

За допомогою організаційно-технологічної моделі визначаються технологічні взаємозв'язки робочих операцій, що входять до неї, і просторові характеристики РТМ, визначаються робочі операції, які потенційно можуть виконуватися паралельно. Тому на кожну паралельно виконувану робочу операцію можна призначати окремого виконавця. Розв'язання завдання оптимального чи субоптимального вибору кількості виконавців виконання всіх робочих операцій РТМ має проводитися на організаційно-технологічній моделі під час складання розкладів робіт. У цьому завданні визначається загальна тривалість виконання РТМ. Ця тривалість є нормою часу (витрат праці), затрачуваного ресурсом виконання одиниці обсягу робіт у аналізованому ТП.

У дослідженні, проведеному на прикладі утеплення конструкцій, що огорожують будівлі навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ, такою одиницею вимірювання обсягів робіт є m^2 площі фасаду, і норма витрат праці (часу) визначається на цей обсяг робіт. Таким чином, формалізований підхід до формування РТМ дозволяє підвищити рівень організаційної ефективності ТП, що характеризуються такими показниками:

- норми витрат праці та машинного часу на одиницю продукції;

- час простоїв між операціями;
- кількісний, професійний та кваліфікаційний склад виконавців;
- організація робочого простору тощо.

У існуючій інженерній практиці технічного нормування підвищення організаційної ефективності ТП досягається внаслідок застосування методів хронометражних спостережень за роботою виконавців робочих операцій, проводиться аналіз цієї роботи, виключаються зайві та замінюються малоефективні робочі операції чи окремі робочі прийоми в операціях. Недоліком такого підходу є те, що вихідними даними.

Хронометражних спостережень служить робота виконавців, ефективність якої спочатку не оцінюється і складається у процесі виконання робіт. Застосування організаційно-технологічного моделювання значною мірою усуває ці недоліки [4].

Нижче наведено приклад застосування РТМ ТП утеплення конструкцій, що захищають будівлі навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ. Технологічна структура РТМ ТП утеплення конструкцій будівлі, що захищають, представлена в табл. 3.3 [6, 7].

Результати експертного оцінювання «попередження-наслідування» робочих операцій у парних порівняннях були представлені в матриці, на якій були враховані різні невизначеності (незалежність, неможливість визначення відношення «попередження-наслідування» між двома операціями тощо).

Завдання технологічного впорядкування робочих операцій вирішувалося відповідно до математичної постановки, викладеної в п. 2.2.

Був побудований граф $Q = (A, X)$, де $A = \{a_i \mid i=1, \dots, 24\}$, $X = \{(a_i, a_j) \mid a_i \ll a_j\}$,

де символ \ll - відношення порядку до технологічної послідовності операцій, а саме $a_i \ll a_j$ - тоді і лише тоді, коли a_i передує a_j . Отриманий граф було представлено як матриці, у якій відбивається відношення порядку.

Таблиця 3.3 – Технологічна структура РТМ ТП утеплення
огорожувальних конструкцій будівлі

№	Найменування робочої операції	склад виконавців, чол.	Позначення операцій (початковий варіант)	Технологічна послідовність
1.	Будівництво інвентарного огороження	Теслярі: 4 розряд - 1 2 розряд - 1 Підсобний робітник 1 розряд - 1	<i>a₁</i>	X1
2.	Установка зовнішніх інвентарних лісів заввишки до 16 м: трубчастих для інших оздоблювальних робіт	Монтажники: 4 розряд - 1 3 розряд - 2 2 розряд - 1	<i>a₂</i>	X2
3.	Очищення поверхні стін від пилу та бруду електрощітками з продуванням стисненим повітрям	Термоізолюючий 3 розряд - 1	<i>a₃</i>	x ₄
4.	Підйом лебідки на 5-й поверх	Такелажники: 3 розряд – 1 2 розряд – 1	<i>a₄</i>	X ₃
5.	Розмітка місць постановки анкерів	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₅</i>	X ₆
6.	Свердління отворів для встановлення анкерів перфоратором	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₆</i>	X ₇
7.	Встановлення розпірного анкера та його попереднього затягування	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₇</i>	X ₈
8.	Установка кронштейнів та його попередня затяжка	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₈</i>	x ₉
9.	Підйом каркасу	Підсобні робітники 2 розряд.	<i>a₉</i>	X ₅
10.	Встановлення та вивірення спрямовуючою	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₁₀</i>	x ₁₀
11.	Постановка з'єднає. Болтів для кріплення кронштейнів та напрямних	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₁₁</i>	X ₁₁
12.	Повна затяжка анкерів	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₁₂</i>	X ₁₂
13.	Розмітка місць встановлення дюбелів	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a₁₃</i>	X ₁₅

Продовження таблиці 3.3.

14.	Свердління отворів для кріплення теплоізоляції	Монтажник 3 розряд - 1	<i>ai4</i>	<i>X16</i>
15.	Підйом теплоізоляційних плит	Такелажники: 3 розряд - 1 2 розряд -2	<i>ai5</i>	<i>X13</i>
16.	Установка теплоізоляційних плит	Теплоізоляція вівщики: 4 розряд - 1 3 розряд - 1 2 розряд - 1	<i>ai6</i>	<i>X17</i>
17.	Установка дюбелів для кріплення теплоізоляційних плит	Монтажник 3 розряд - 1	<i>ai7</i>	<i>X18</i>
18.	Підйом облицювальних плит	Підсобник: 2 розряд - 2	<i>ai8</i>	<i>X14</i>
19.	Перенесення вантажів, що потребують особливої обережності	Підсобник: 2 розряд - 2	<i>a 19</i>	<i>X19</i>
20.	Установка облицювальних плит	Монтажник 3 розряд - 1	<i>a 20</i>	<i>X20</i>
21.	Зняття лебідки	Такелажники: 3 розряд - 1 2 розряд -2	<i>a 21</i>	<i>X21</i>
22.	Розбирання зовнішніх інвентарних лісів заввишки до 16 м: трубчастих для інших оздоблювальних робіт	Монтажник по монтажу сталевих та залізничних конструкцій: 4 розряд - 1 3 розряд - 2 2	<i>a 22</i>	<i>X22</i>
23.	Лемонтаж тимчасового огороження	Теслярі: 4 розряд - 1 2 розряд -1 Підсобний робітник 1 розряд - 1	<i>a23</i>	<i>X23</i>
24.	Вантажно-розвантажувальні роботи при автомобільних перевезеннях: Навантаження сміття будівельного з навантаженням екскаваторами	Підсобник: 1 розряд - 1	<i>a 24</i>	<i>X24</i>
25.	Перевезення вантажів автомобілями-самоскидами вантажопідйомністю 10 т працюючих поза кар'єром на	Водій самоскида - 1	<i>a25</i>	<i>X25</i>

Далі визначалася послідовність (x) , яка є перестановкою послідовності (a_i) таку, що з того, що x_i слід, що $i < j$.

Ставлення порядку було визначено шляхом експертних оцінок, саме шляхом парного порівняння кожного з елементів послідовності (a_i) з іншими. Результати порівняння представлені у матриці зв'язків між елементами послідовності (a_i) (Рис. 3.15).

Елемент матриці, що знаходиться на i -му рядку і в j -му стовпці, позначений як

a_{ij} .

Рис. 3.15. введені такі позначення *елементів a_j* .

- 1, якщо $(a_i, a_j) \in X$, тобто $a_i \ll a_j$;
- 0, якщо $(a_i, a_j) \notin X$ тобто $a_j \ll a_i$.
- #, якщо $(a_i, a_j) \notin X$ & $(a_j, a_i) \notin X$;
- *, якщо в (a_i, a_j) один із елементів є складовою іншого;
- ?, Якщо взаємозв'язок між простою та складовою операцією невизначена.

Далі по даній матриці було побудовано відповідний граф, за винятком складових операцій. Цей граф був розбитий у технологічній послідовності на шари, зроблено знаходження та відсіювання шляхів, що є наслідком властивості транзитивності, після чого здійснено розбиття шарів на підкласи просторової еквівалентності робочих операцій. В результаті було отримано граф, розбитий на 8 шарів (Рис. 3.16).

Внаслідок численності зв'язків між операціями та складності їх візуального сприйняття кожен елемент був виділений із шару, і для нього складено список необхідних для виконання попередніх операцій (Рис.3.17).

В результаті проведених розрахунків, у кожному шарі були виділені ті операції, які технологічно незалежні і потенційно можуть виконуватися паралельно, а також виявлені помилки та неточності у первинних даних [6]. В результаті були усунені такі помилки :

- Операція a_{12} є складовою, що включає в себе операції $a_5 - a_8 a_{10} a_n$ і має бути

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_{10}	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	a_{17}	a_{18}	a_{19}	a_{20}	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}
a_1	0	1	?	1	#	#	?	#	1	#	#	1	#	#	1	#	#	1	?	#	1	#	1	#	#
a_2	0	0	1	?	1	#	#	1	#	1	#	1	1	#	1	1	#	?	1	?	1	1	1	#	#
a_3	?	0	0	#	1	1	1	1	#	1	#	#	1	1	#	?	1	#	#	1	#	1	1	1	1
a_4	0	?	#	0	#	#	#	#	1	#	#	#	#	#	1	#	#	1	1	#	1	#	#	*	#
a_5	#	0	0	#	0	*	*	1	#	1	1	*	1	?	#	?	1	#	1	1	#	#	#	#	#
a_6	#	#	0	#	*	0	*	1	#	1	1	*	?	#	#	1	?	#	#	1	#	1	1	#	#
a_7	?	#	0	#	*	*	0	1	#	1	?	*	1	#	#	1	1	#	#	1	#	1	1	#	#
a_8	#	0	0	#	0	0	0	0	#	*	*	*	1	1	#	1	1	#	#	1	#	1	1	#	#
a_9	0	#	#	0	#	#	#	#	0	1	*	#	#	#	1	1	1	1	#	1	1	1	#	1	1
a_{10}	#	0	0	#	0	0	0	*	0	0	*	*	1	1	#	1	1	#	#	1	#	1	1	?	#
a_{11}	#	#	#	#	0	0	?	*	*	*	0	*	1	1	#	1	#	#	#	1	#	1	1	#	#
a_{12}	0	0	#	#	*	*	*	*	#	*	*	0	1	1	#	1	1	#	#	1	#	1	1	#	#
a_{13}	#	0	0	#	0	?	0	0	#	0	0	0	0	*	#	1	*	#	#	1	#	1	#	#	#
a_{14}	#	#	0	#	?	#	#	0	#	0	0	0	*	0	*	*	*	#	#	1	#	1	#	1	1
a_{15}	0	0	#	0	#	#	#	#	0	#	#	#	#	*	0	1	1	1	1	1	1	1	#	1	#
a_{16}	#	0	?	#	?	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0	0	*	#	#	1	1	1	1	1	1
a_{17}	#	#	0	#	0	?	0	0	0	0	#	0	*	*	0	*	0	#	#	1	1	1	1	#	#
a_{18}	0	?	#	0	#	#	#	#	0	#	#	#	#	#	0	#	#	0	*	*	1	#	1	#	#
a_{19}	?	0	#	0	0	#	#	#	#	#	#	#	#	#	0	#	#	*	0	*	*	#	#	?	#
a_{20}	#	#	0	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	0	#	1	1	1	#
a_{21}	0	0	#	0	#	#	#	#	0	#	#	#	#	#	0	0	0	0	*	#	0	#	1	#	#
a_{22}	#	0	0	#	#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#	0	0	#	#	0	#	0	1	1	1
a_{23}	0	0	0	#	#	0	0	0	#	0	0	0	#	#	0	0	0	0	#	0	0	0	0	1	1
a_{24}	#	#	0	*	#	#	#	#	0	?	#	#	#	0	#	0	#	#	?	0	#	0	0	0	*
a_{25}	#	#	0	#	#	#	#	#	0	#	#	#	#	0	#	0	#	#	#	#	#	0	0	*	0

Рисунок 3.7 – Матриця зв'язків робочих операцій ТП

присутня після перших трьох шарів;

- операція a_{1d} є складовою і не може виконуватися після VII шару;
- операції a_{20} і a_{22} не є складовою і не може виконуватися паралельно ;

З урахуванням виявлених помилок було складено граф (рис. 3.6) та внесено відповідні зміни до табл. 3.18 [3].

У цьому роботі список виконавців робочих операцій, поданий у табл. 3.7, прийнятий заданим, завдання визначення оптимального чи субоптимального розподілу робочих операцій між виконавцями не розглядалося. Таке завдання вирішується на організаційно-технологічній моделі ТП РТМ. За введеним у табл. 3.7 списку виконавців аналогічно до графа, представленого на рис. 3.8, було складено граф ресурсної еквівалентності робочих операцій (Рис. 3.9).

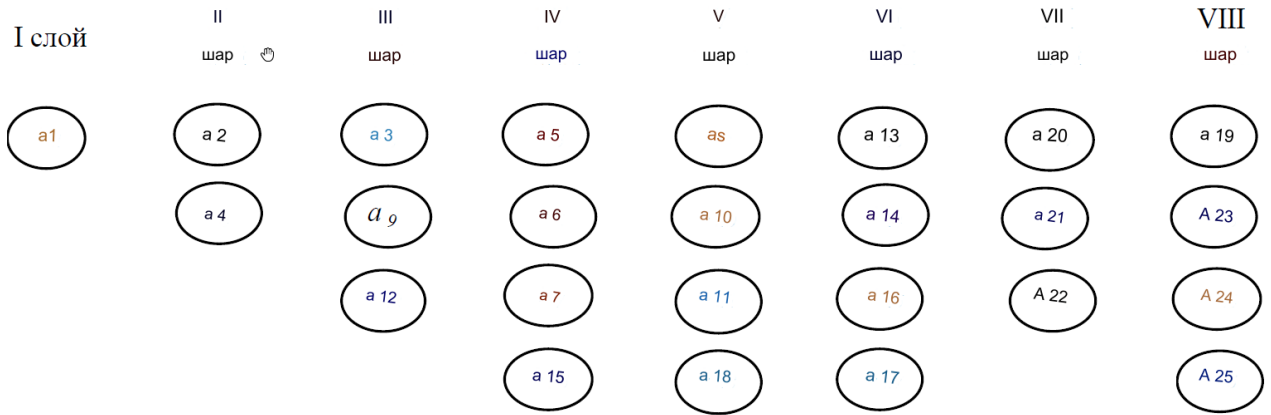


Рисунок 3.8 – Граф технологічної структури ТП

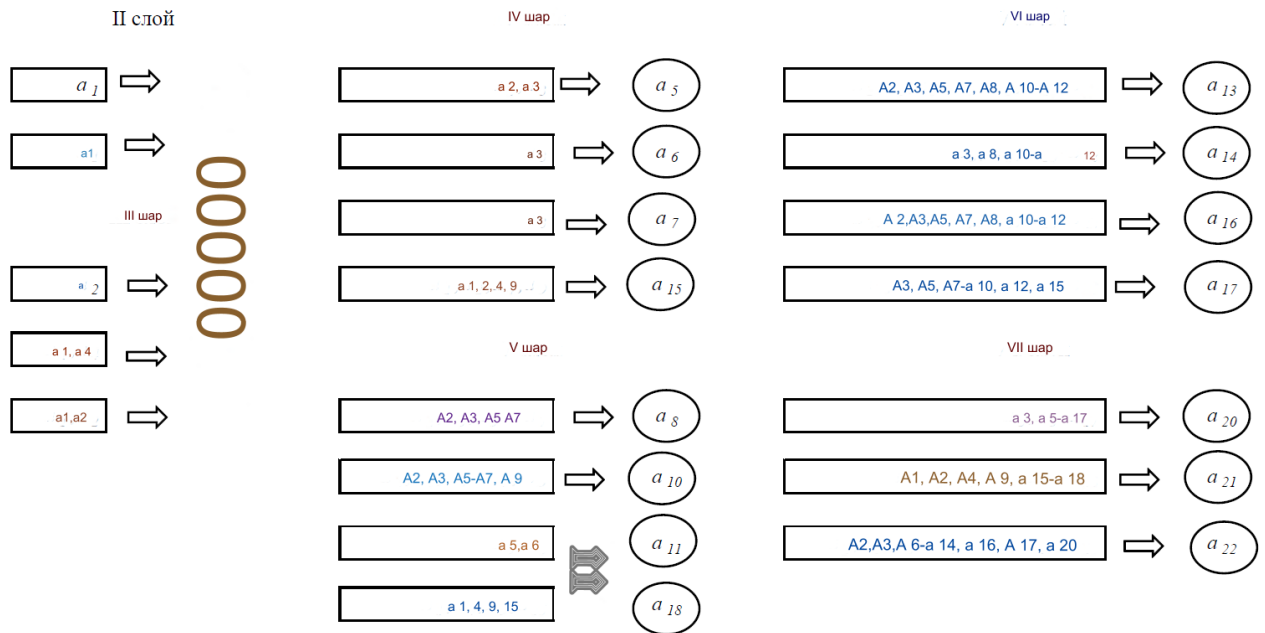


Рисунок 3.9 – Відношення попередніх операцій до аналізованих за сферами графа технологічної структури ТП

За допомогою організаційно-технологічної моделі визначено основні показники організаційної ефективності ТП:

- загальна тривалість робочих операцій ТП РТМ;
- Тривалість роботи без урахування простоїв кожного ресурсу;
- Можливі простої кожного виконавця.

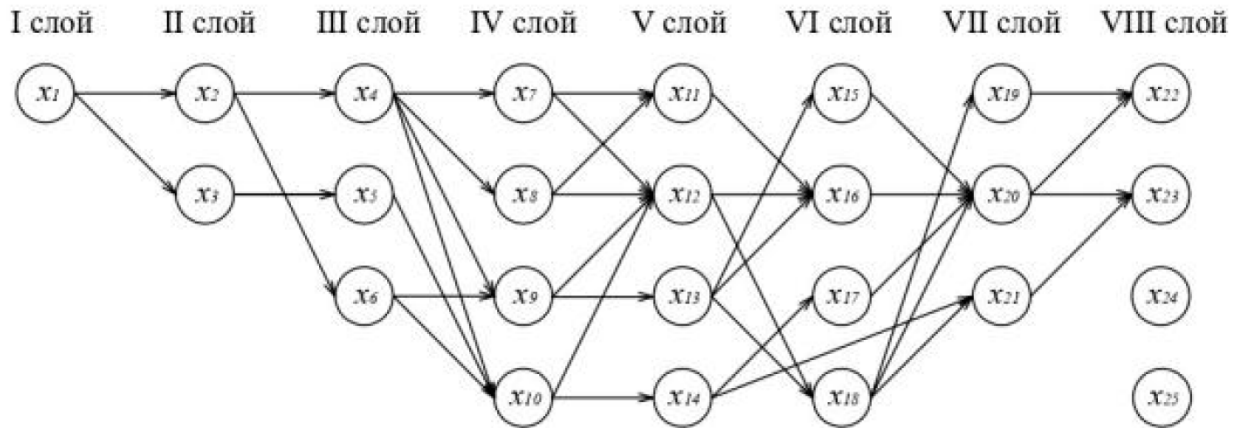


Рисунок 3.10 – Граф технологічної структури ТП після коригування

Проведені розрахунки показали, що впровадження методики організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування РТМ, дозволяє підвищити організаційну ефективність до 25%, за рахунок скорочення загальної тривалості робочих операцій ТП РТМ на 10% та скорочення можливих простоїв трудових (Кожного виконавця) на 20%.

Далі у роботі було розраховано економічну оцінку ефективності ТП з урахуванням ЕЕМ.

Розрахунок економічної ефективності проекту утеплення конструкцій будівлі навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ. Розрахунок економічної ефективності проводився, виходячи із тривалості терміну служби основного матеріалу, періоду експлуатації до планового проведення капітального ремонту та рівня інфляції. Результати розрахунків показників ефективності наведено у табл. 3.8 та рис. 3.6.

Термін окупності ЕЕМ з урахуванням дисконтування грошових потоків подано на рис. 3.10.

Термін окупності проекту – 15,5 років.

Результати розрахунків показників ефективності проведення ЕЕМ:

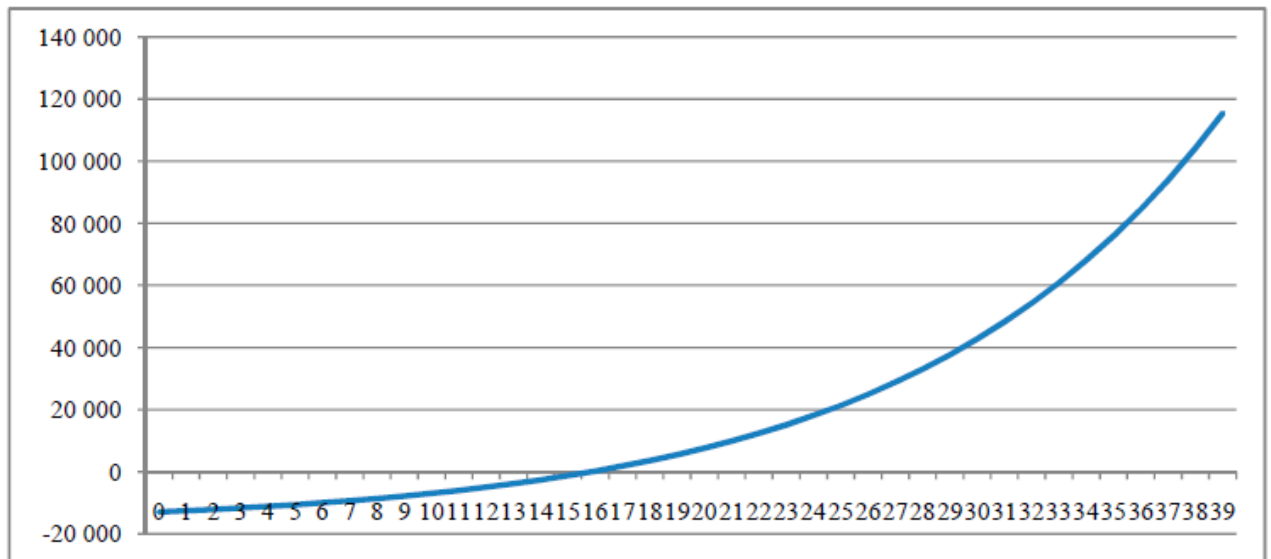


Рисунок 3.11 – Термін окупності проведення заходів

ЧДД позитивний, $PI > 1$, термін окупності 15,5 років.

Отже, ТП з урахуванням ЕЕМ ефективний та рекомендований до впровадження.

ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеного аналізу літературних джерел, нормативно- правової бази в галузі організації технологічних процесів при реконструкції, а також статистичних даних про стан будівель ВНЗ було встановлено, що будівлі ВНЗ потребують проведення комплексної реконструкції з урахуванням сучасних вимог законодавства у сфері ЕЕ.

2. Аналіз особливостей реалізації державної політики у галузі ЕЕ будівель ВНЗ показав, що розвиток енергоефективних технологій дозволяє суттєво підвищити енергоефективність будівель та потребує принципово нових підходів для розробки організаційно-технологічних рішень.

3. Розроблено перелік ТП з урахуванням застосування ЕЕМ, який сформований, виходячи з основного конструктивного елемента будівлі, впливу на споживаний ресурс та енергозберігаючий ефект.

4. Запропоновано методика організаційно-технологічного моделювання реконструкції ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів.

5. Проведено аналіз матеріально-технічної бази ВНЗ ЧДТУ, аналіз стану енергозбереження комплексу будівель, на підставі якого було прийнято рішення щодо доцільності проведення експерименту на прикладі навчально-лабораторного корпусу ЧДТУ

6. Проведені розрахунки показали, що впровадження методики організаційно- технологічного моделювання реконструкції будівель ВНЗ з урахуванням застосування ЕЕМ на основі принципів формування ресурсних та технологічних модулів, дозволяє підвищити організаційну ефективність до 25%, за рахунок скорочення загальної тривалості робочих операцій ТП ресурсного та технологічного модуля скорочення можливих простоїв трудового ресурсу (кожен виконавець) на 20%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвеев Е.П. Будівельні матеріали: навчально-довідковий посібник. Київ, 2009. 699 с.
2. Булгаков С.Н. Попередня напруга сталевих баштових споруд, що здійснюється в процесі монтажу. Київ : СИ, 2005. 303 с.
3. Алексеев В.Є. Теорія графів: навчальний посібник. Харків, 2017. 119 с..
4. Кутуков В.Н. Реконструкція будівель: навч. посібник. Київ : ВІП, 2008. 263 с.
5. Бадьїн, Г.М. Посилення будівельних конструкцій при реконструкції та капітальному ремонті будівель: навчальний посібник для студентів. Черкаси, 2008. 111 с.
6. Мешічек В.В., Ройтман А.Г. Капітальний ремонт, модернізація та реконструкція житлових будинків: навч. посібник. Київ : СІ, 2005. 241 с.
7. Виноградова Є.В. Розробка ресурсно-технологічної моделі енергозберігаючого заходу для вузу із застосуванням сучасних будівельних матеріалів. *Науковий огляд у будівництві* . 2015. №24. С. 452-457.
8. Миловидов Н.Н., Осин В.А., Шумилов М.С. Ефективні способи монтажу будівельних конструкцій. Київ, 2000. 240 с.
9. Михалко В.Р. Монтаж сталевих та залізобетонних конструкцій. Київ.: СІ, 2000. 311 с.
10. Волинський Б.М. Конструктивні рішення енергозберігаючих будівель. Енергозбереження в будівельній сфері. 2012. №3. С. 67.
11. Олейник П.П., Фоміль Л.Ш. Інженерна підготовка території будівельного майданчика: навч. посібник. Київ. :СІ, 2006. 240 с.
12. Поляков Е.В. Реконструкція та ремонт житлових будинків: навч. посібник. Київ : НЕДРА, 1997. 192 с.
13. Тимошенко О.П. До обґрунтування підвищення теплозахисту

конструкцій будівель, що захищають. *Будпрофіль*. 2010. № 1. С. 21-23.

14. Швець В.Б., Фёклін В.І., Гінзбург Л.К. Посилення і реконструкція фундаментів. Харків : СІ, 2002. 203 с.

15. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: навч. посіб. для студ. ВНЗ . 3-тє вид., доп. та перероб. Харків, 2006. 319 с

16. Мещеряков, Г.Н., 2012. Исследование и моделирование процессов взаимодействия шпунтовых свай, погружаемых вдавливанием. *Наук. -тех. жур.НДІБВ: Нові технології в будівництві* . Вип. No 1-2 (23-24), Україна, С. 27.

17. Hamilton G. The challenges of capacity building in PPP in Central Asia: speech on the III Astans Economic Forum, Kazakhstan, 1-2 July, 2010

18. Andrea Chegut, Piet Eichholtz, Rogier Holtermans Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy*. 2016. Vol. 97, P. 39-49.

19. Medrano-Gomez L.E., Izquierdo A.E. Social housing retrofit: Improving energy efficiency and thermal comfort for the housing stock recovery in Mexico. *Energy Procedia*. 2017. Vol. 121, P. 41-48.