

9. Мендельсон К. На пути к абсолютному нулю. Пер. с английского. М.: 1971.
10. Чекмарев А.П., Дрян В.М. Теория прокатного производства. М.: Металлургия, 1978. – 255 с.
11. Бельченко Г.И., Губенко С.И. Основы металлографии и пластической деформации стали/ Киев: Выща школа, 1987. – 240 с.
12. Патент України № 106236 Спосіб виготовлення надпровідного матеріалу/ М.М.Бережний, В.А. Чубенко, Ю.П. Калініченко, А.А. Хіноцька, С.О. Мацішин, А.О. Шепель, В.А. Чубенко. Заяв. 14.09.2015, опубл. 25.04.2016, бюл. №8.

Рукопис подано до редакції 08.04.2019

УДК 694

С.І. САХНО, Л.О. ЯНОВА, О.В. ПИЩИКОВА, кандидати техн. наук, доценти  
Криворізький національний університет

## СУТТЄВІ ПОМИЛКИ В ДБН В.2.6-161:2017 «ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ» ТА ЇХ МОЖЛИВІ НАСЛІДКИ

**Мета.** Знаходження суттєвих помилок в державних будівельних нормах, що можуть призвести до небажаних наслідків при розрахунках і експлуатації конструкцій з деревини виникненню аварійних ситуацій і можливих матеріальних і людських втрат.

**Методи досліджень.** Дослідження велись шляхом порівняння суб'єкту дослідження ДБН В.2.6-161:2017 «ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ» з першоджерелом EN 1995-1-1 :2004+A 1 «Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General -Common rules and rules for buildings. English version».

**Результати.** Виявлено чисельні помилки, що значно ускладнюють, а в деяких випадках і унеможливають розрахунок конструкцій з деревини. Ситуація з використанням державного нормативу з існуючими на даний момент помилками, здатна призвести до суттєвих порушень в стійкості і безпечній експлуатації дерев'яних конструкцій і як наслідок, до виникнення аварій, пожеж, втрат.

**Наукова новизна.** В результаті досліджень розглянуто можливий вплив помилок ДБН В.2.6-161:2017 на надійність конструкцій, розрахованих згідно означених будівельних норм. Виявлено, що в вітчизняних нормативних документах що стосуються міцності листових матеріалів з деревини відсутні терміни, що відповідають вживаним в європейських нормативних документах термінам planar (rolling) shear та panel shear.

**Практична значимість.** Дослідження дозволяють привести будівельні норми ДБН В.2.6-161 у відповідність з Єврокодами, що допоможе зменшити відставання у проектуванні за Єврокодами в Україні, дозволить залучити більше міжнародних інвестицій, та зменшити складності з виходом вітчизняних виробників на ринок ЄС, запобігти руйнуванню дерев'яних будівель, споруд, конструкцій, виникненню аварійних ситуацій і людським втратам. Запобігання негативним наслідкам можливо за умов перегляду, переробки нещодавно прийнятих державних будівельних норм ДБН В.2.6-161:2017. Основним напрямком забезпечення безпеки на виробництві - є розробка на рівні державного регулювання ретельно перевіреної та безпомилкової нормативної бази.

**Ключові слова:** державні будівельні норми, деревина, матеріали з деревини, проектування, помилки, наслідки, руйнування споруд, травматизм, людські і матеріальні втрати.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-105-127-132

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Глобальне переосмислення навколишнього середовища і здоров'я в широкому сенсі призводить до великих змін практично в кожній галузі. Зростаюча потреба в індивідуальності та автентичності, а також пошук стабільних, екологічно сумісних, кліматично нейтральних методів життя та будівництва допомагають надати нову популярність матеріалу: дереву. Його характеристики як відновлюваної сировини, як здорового, універсального і здатного до комбінування з іншими будівельними матеріалами, гарантують, що будівництво і життя з деревом стануть набагато більш поширеними. Не в останню роль в цьому грає те, що деревина також набирає популярність завдяки своїм естетичним якостям. Як матеріал, дерево має всі переваги, які сьогодні цінуються і будуть цінуватися в майбутньому: здоровий внутрішній клімат, високий фактор хорошого відчуття, сучасний дизайн і енергетично свідомий спосіб будівництва. Все це - показник високої якості життя в очах все більшої кількості людей. Саме це веде до все ширшого застосування деревини, в якості будівельного матеріалу. На жаль в Україні будівництво з деревини стримується відсутністю сучасних нормативних документів, які можна було б використовувати для розрахунку дерев'яних конструкцій. В лютому 2018 року набули чинність [1]. Однак це не при-

звело до суттєвого збільшення об'ємів будівництва з деревини. Причинами цього є відсутність методичних матеріалів до використання цих норм та чисельні помилки, що були допущені при його підготовці.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Враховуючи відсутність вітчизняної навчальної літератури з методики розрахунків конструкцій з деревини, було прийнято рішення про написання даної статті, що дозволить викладати дисципліни «Конструкції з деревини та пластмас» та «Охорона праці в будівництві» і «Цивільний захист» згідно європейських стандартів. При написанні статті використовувалися будівельні норми [1] та єврокоди [2] та ряд інших нормативних документів, на які були посилення в [1,2].

**Постановка завдання.** Робота над статтею виявила чисельні помилки в [1]. Причому, мова йде не тільки про орфографічні помилки, яких, до речі також велика кількість, а про помилки, які не дозволяють використовувати [1] для розрахунку конструкцій з деревини та конструкцій з матеріалів з деревини. Помилки виявлялись шляхом порівняння інформації, що наведена в [2] та відповідної інформації з [1].

**Викладення матеріалу та результати.** Нижче буде наведено виявлені помилки, та до кожної надано відповідні коментарі. Виявлені помилки розташовані в тому порядку, в якому вони були виявлені при написанні статті по аналізу нормативних документів.

Помилка: В таблицях Б.3, Б.4 додатків не наведені значення  $G_{0,05}$  для клеєної деревини та не дана рекомендація по його розрахунку. Згідно [3]  $G_{0,05}=5/6 G_{mean}$ .

Пояснення:  $G_{0,05}$  – 5 % квантиль значення модулю зсуву. Цей параметр використовується при розрахунках критичного напруження згину (формула (9.25) [1]). Відсутність в [1] методики розрахунку цього параметру унеможливило розрахунок стійкості балок з клеєної деревини.

Помилка: В формулі (9.23) [1], що дає методику розрахунку  $k_{crit}$  допущено помилку. Для випадку  $\lambda_{rel} > 1,4$  замість  $k_{crit} = \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2}$  (формула (6.34) [2]) наведено  $k_{crit} = \frac{1}{\lambda_{rel,m}}$ , що, наприклад, при  $\lambda_{rel} = 1,5$  збільшує значення  $k_{crit}$  в 1,5 рази (на величину  $\lambda_{rel}$ ).

Пояснення: Значення  $k_{crit}$  використовується для перевірки плоскої форми деформування елементів, що працюють на згин (формула (9.22) [1]). Помилкове збільшення  $k_{crit}$  веде до необґрунтованого збільшення стійкості (розрахункової а не фактичної) плоскої форми деформування елементів, що працюють на згин. Фактично, при використанні формули (9.23) [1] для випадку  $\lambda_{rel} > 1,4$ , буде отримано занадто оптимістичний прогноз стійкості відповідної конструкції, що після її монтажу і завантаження може призвести до втрати стійкості і руйнування.

Помилка: В формулі 10.10 відсутня замикаюча дужка. Замість  $v = \frac{4(0,4 + 0,6n_{40})}{mbl_{ef} + 200}$  (формула

(7.6) [2]) наведено  $v = \frac{4(0,4 + 0,6n_{40}}{mbl_{ef} + 200}$ .

Пояснення: Формула 10.10 призначена для розрахунку фактичної величини імпульсної швидкості конструкції під дією імпульсного навантаження. Помилкове винесення  $n_{40}$  за дужки дасть завищене значення імпульсної швидкості, що в подальших розрахунках приведе до необхідності необґрунтовано збільшувати перетин конструкції, що позначиться на її матеріалоемності і вартості, а також приведе до збільшення загальної ваги конструкції.

Помилка: В формулі 10.11 допущено помилку. Замість  $n_{40} = \left( \left( \left( \frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right) \left( \frac{b}{l_{ef}} \right)^4 \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right)^{0,25}$

(формула (7.7) [2]) наведено  $n_{40} = \left( \left( \left( \frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right) \left( \frac{b}{l_{ef}} \right) \frac{(EI)_l}{(EI)_b} \right)^{0,25}$ .

Тобто значення  $\left( \frac{b}{l_{ef}} \right)$  в формулі повинне враховуватись в четвертому ступені, а не в першому.

Пояснення: Формула призначена для розрахунку номеру першої форми коливань з власною частотою 40 Гц, що використовується в формулі (10.10) [1] для розрахунку фактичної величини імпульсної швидкості конструкції під дією імпульсного навантаження. Невірний розрахунок значення  $n_{40}$  має ті ж наслідки, що і в попередньо розглянутій помилці в формулі (10.10) [1].

Помилка: В формулах (11.43 а) та (11.43 б) замість  $\sigma_{w,inst,c,d}$  і  $\sigma_{w,fin,c,d}$  наведено  $\sigma_{f,inst,c,d}$  і  $\sigma_{f,fin,c,d}$ .

Пояснення: Формули (11.43 а) та (11.43 б) призначені для розрахунку максимальних стискальних зусиль, що виникають в стінці балок від згину балок з плоскими фанерними стінками. Розрахунок балок з плоскими фанерними стінками включає в себе, окрім інших розрахунків, розрахунок напружень в полках і напружень в стінках балок. Напруження в полках позначається індексом  $f$  (від англійського *flanges*), їх розрахунок наведено в формулах (11.39 а) та (11.39 б). Напруження в стінках позначаються індексом  $w$  (від англійського *web*). Тому в формулах (11.43 а) та (11.43 б) замість позначень  $\sigma_{f,inst,c,d}$  і  $\sigma_{f,fin,c,d}$  повинні бути позначення  $\sigma_{w,inst,c,d}$  і  $\sigma_{w,fin,c,d}$ , відповідно.

Помилка: В таблиці А.2 додатку А в примітці а) допущено помилку. Замість «Значення  $k_{def}$  підвищується на 1,0 для суцільної деревини, яка при будівництві вбирає вологу у волокна або вже є вологою та в збудованому стані може висихати» (п. 3.2 (4) [2] «For timber which is installed at or near its fibre saturation point, and which is likely to dry out under load, the values of  $k_{def}$ , given in Table 3.2, should be increased by 1,0») написано «Значення для  $k_{def}$  підвищується до **1,0** для суцільної деревини, яка при будівництві вбирає вологу у волокна або вже є вологою та в збудованому стані може висихати».

Пояснення: Таблиця А.2 призначена для визначення коефіцієнта оцінки деформації повзучості з урахуванням експлуатаційного класу і тривалості навантаження. В свою чергу,  $k_{def}$  використовується для обчислення деформації повзучості елементів з деревини. Помилка в примітці а) до таблиці А.2 фактично обмежує  $k_{def}$  максимальним значенням 1. Теж помилково підтверджує розділ 6.5.4 [1]. Тобто, згідно [1], для деревини, яка має вміст вологості на межі гігроскопічності і яка може висохнути під навантаженням і яка має:

експлуатаційний клас 1, замість  $k_{def}=0,60$  необхідно приймати  $k_{def}=1,0$ ;

експлуатаційний клас 2, замість  $k_{def}=0,80$  необхідно приймати  $k_{def}=1,0$ ;

експлуатаційний клас 3, замість  $k_{def}=2,0$  необхідно приймати  $k_{def}=1,0$ .

Як видно, згідно [1], несприятливі умови роботи конструкції в експлуатаційних класах 1 і 2, лише незначно збільшують значення  $k_{def}$ , а для експлуатаційного класу 3 навіть вдвічі його зменшують. Тобто несприятливі умови експлуатації навіть зменшують деформацію конструкції, що, звичайно не відповідає дійсності. Згідно [2] для деревини, яка має вміст вологості на межі гігроскопічності і яка може висохнути під навантаженням  $k_{def}$  необхідно збільшувати на 1,0. Тобто, в таких умовах для:

експлуатаційного класу 1, замість  $k_{def}=0,60$  необхідно приймати  $k_{def}=1,6$ ;

експлуатаційного класу 2, замість  $k_{def}=0,80$  необхідно приймати  $k_{def}=1,8$ ;

експлуатаційного класу 3, замість  $k_{def}=2,0$  необхідно приймати  $k_{def}=3,0$ .

Такі значення коефіцієнту  $k_{def}$  значно збільшують розрахункові остаточні деформації конструкції, що дозволяє їх своєчасно врахувати в подальших розрахунках і забезпечити відповідність конструкції вимогам граничних станів експлуатаційної придатності. Використання норм [1], для деревини, яка має вміст вологості на межі гігроскопічності і яка може висохнути під навантаженням веде до значного, незапланованого збільшення деформації конструкції, а для елементів що працюють на осьовий стиск зі згином веде до неминучого їх руйнування.

Помилка: В [1] не зрозуміле використання позначень напружень сколювання в листових матеріалах (фанера, OSB).

Пояснення: Згідно [2], в таких листових матеріалах, як фанера або OSB розглядається два види сколюючих напружень *planar (rolling) shear* та *panel shear*, що дослівно переводяться як площинний (прокатний) зсув, та панельний (листовий) зсув. Панельне сколювання (*panel shear*) - це сколювання, яке виникає в поєднанні з вигином в площині і визначається по всій ширині перерізу (рис. 1 а). Прокатне сколювання слабкіше, ніж панельне, і застосовується в якості граничного напруження для розрахунку сколювання фанери і OSB, навантажених перпендикулярно поверхні, а також для клейових з'єднань в балках на межі розділу між полицею і стінкою (рис. 1 б).

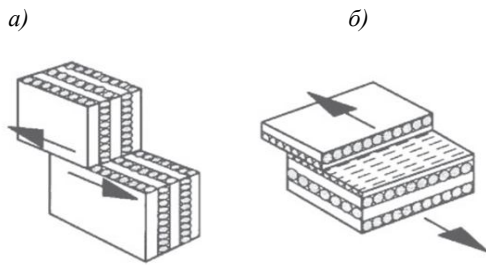


Рис. 1. Панельне та прокатне сколювання фанери

У розділі 6.1.7 [2] у примітках до формули (6.13) прямо вказується на те, що міцність на сколювання для rolling shear приблизно дорівнює подвійній міцності на розтягнення впоперек волокон.

Норми [1], посилаючись на [4], пропонує характеристичні значення міцності фанери в таб-

лицях Б.5, Б.6 і пропонує 2 види напружень сколювання: «Напруження в плитах – Сколювання  $f_{v,k}$ » і «Напруження зсуву - Сколювання  $f_{v,k}$ ». Судячи з назви, перше має відповідати panel shear, а друге rolling shear. Однак в таблицях значення «Напруження в плитах – Сколювання  $f_{v,k}$ » менше ніж «Напруження зсуву - Сколювання  $f_{v,k}$ », що абсолютно заплутує, і ускладнює розрахункові композитних конструкцій, що включають як деревину так і листові матеріали з деревини. Все ще більш ускладнюється тим, що обидві характеристики міцності, застосовні до різних розрахункових випадків, мають однакове позначення  $f_{v,k}$ .

У розділі 9.1.1 [2] у поясненнях до формули (9.10) прямо вказується, що в розрахунку має застосовуватися значення міцності для прокатного сколювання planar (rolling) shear strength. У розділі 11.3.7 [1], що є перекладом розділу 9.1.1 [2], в поясненнях до формули (11.52), що є копією формули (9.10) [2] просто вказано, що  $f_{v,90,d}$  - розрахункове значення міцності матеріалу стінки при сколюванні, без пояснень, що повинен застосовуватися особливий вид міцності при сколюванні.

Ті ж зауваження стосуються таблиці Б.7 з характеристиками OSB/2 і OSB/3. Для характеристик OSB існує аналог заснований на [5]. Значення «Напруження в плитах – Сколювання  $f_{v,k}$ » в [1] відповідають planar (rolling) shear в [5], а «Напруження зсуву - Сколювання  $f_{v,k}$ », відповідають panel shear. Але, в [5] як і в [6] відсутні параметри, що відповідають параметрам «Напруження в плитах – Згин» і «Напруження в плитах – Стиск» в [1]. З [1] абсолютно не зрозуміло для яких розрахункових випадків застосовувати дані параметри. Це стосується як OSB так і фанери.

Розглянуті недоліки не дозволяють використовувати [1] для розрахунків конструкцій з листових матеріалів, виготовлених з деревини.

Помилка: В розділі 12.5.5.11 замість «Характеристична міцність при зминанні для гвинтів приймається: як для болтів при використанні гвинтів з гладкою частиною діаметром» замість « $d > 6$  мм» наведено « $d < 6$  мм».

Пояснення: Даний розділ призначено для розрахунку характеристичної міцності при зминанні гвинтів. Цей параметр, в свою чергу, використовується для розрахунків несучої здатності кріпильного елемента.

Невірне призначення міцності гвинтів на зминання веде до помилок в подальших розрахунках і можливого руйнуванню вузла кріплення при його експлуатації.

Помилка: Формула (12.44) наведена не вірно.

Пояснення: у формулі (12.44) замість  $F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} (a) \\ f_{ax,k} \cdot d \cdot t + f_{head,k} \cdot d_h^2 (b) \end{cases}$  (формула (8.24) [2]),

дається  $F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} (a) \\ f_{ax,k} \cdot d \cdot t \cdot f_{head,k} \cdot d_h^2 (b) \end{cases}$ .

Тобто додавання замінено на множення. Дана формула призначена для розрахунку ефекту висмикування кріпильного елемента, де  $F_{ax,Rk}$  – характеристична осьова несуча здатність елемента при висмикуванні для гладких нагелів. Цей параметр, в свою чергу, використовується для розрахунків несучої здатності кріпильного елемента.

Невірне призначення осьової несучої здатності елемента при висмикуванні веде до помилок в подальших розрахунках і можливого руйнуванню вузла кріплення при його експлуатації.

Помилка: У підрозділі 12.5.5.13 в поясненнях до формул (12.45), (12.46) наведені невірні вимоги до анкерування.

Пояснення: В поясненнях до методики визначення  $F_{ax,Rk}$ : «При визначенні характеристикних значень  $F_{ax,Rk}$  з'єднувальних елементів повинні виконуватися такі вимоги з анкерування»:

замість «При довжині анкерування цвяха менше  $8d$  значення несучої здатності при висмикуванні цвяха приймається за нуль.» написано «При довжині анкерування цвяха  $8d$  значення несучої здатності при висмикуванні цвяха приймається за нуль.» Пропущене слово виділено авторами;

замість «При довжині анкерування цвяха менше  $6d$  значення несучої здатності при його висмикуванні приймається за нуль.» написано «При довжині анкерування цвяха  $6d$  значення несучої здатності при його висмикуванні приймається за нуль.» Пропущене слово виділено авторами.

Обидва випадка призначення несучої здатності відповідають 8.3.2 (7) [2], де наведені вірні методики.

Помилка в [1] примушує конструктора враховувати несучу здатність на висмикування гладких цвяхів при довжині анкерування цвяха менше  $8d$  і інших типів цвяхів при довжині анкерування цвяха менше  $6d$ . Це веде до завищення розрахункової міцності вузла кріплення і можливого його руйнування при експлуатації.

Помилка: У підрозділі 12.5.5.24 [1] невірно надані рекомендації щодо застосування коефіцієнта  $K_u$

Пояснення: У підрозділі 12.5.5.24 замість «Величинами, що дозволяють враховувати модуль жорсткості таких з'єднань, при розрахунку дерев'яних конструкцій за граничними станами експлуатаційної придатності є значення модуля ковзання  $K_{ser}$ , а при розрахунку за граничним станом несучої здатності -  $K_u$ .» написано «Величинами, що дозволяють враховувати модуль жорсткості таких з'єднань, при розрахунку дерев'яних конструкцій за граничними станами експлуатаційної придатності є значення модуля ковзання  $K_{ser}$ , а при розрахунку за граничним станом експлуатаційної придатності -  $K_u$ .» Помилку виділено авторами.

Коефіцієнти  $K_{ser}$  і  $K_u$  призначені для врахування піддатливості з'єднань, які впливають на розподіл зусиль між елементами конструкції. Помилка в [1] примушує конструктора застосовувати  $K_u$  і  $K_{ser}$  при розрахунку дерев'яних конструкцій за граничними станами експлуатаційної придатності. В той же час, згідно [1], при розрахунках за граничним станом несучої здатності піддатливість з'єднань враховувати не потрібно. Але це не вірно. Помилка в [1] веде до завищення розрахункової міцності вузла кріплення і можливого його руйнування при експлуатації.

Помилка: До формули (12.72) надано не вірні пояснення.

Пояснення: У поясненнях до формули (12.72) написано « $F$  - навантаження, що діє на з'єднання за першим граничним станом», хоча для цього випадку повинне братися навантаження для другого граничного стану, оскільки  $K_{ser}$  застосовується при розрахунку дерев'яних конструкцій за граничними станами експлуатаційної придатності (п. 12.5.5.24 [1]).

Помилка: Формула (12.75) містить помилку.

Пояснення: Формула (12.75) повинна виглядати наступним чином  $u_{fin} = \frac{F_{cd}}{K_{ser}} + c$ .

В [1] вона виглядає так:  $u_{inst} = \frac{F_{cd}}{K_{ser}} + c$ . Тобто замість  $u_{fin}$  наведено  $u_{inst}$ . Формула (12.75)

призначена для розрахунку кінцевої деформації. Згідно [1] та [2] кінцева деформація позначається як  $u_{fin}$ . В той же час, позначення  $u_{inst}$  відповідає миттєвим деформаціям. Розрахунок миттєвих деформацій наведено в формулі (12.72). Помилка в [1] веде до плутанини в розрахунках.

Таким чином, виявлені помилки у впровадженому і діючому державному нормативному документі [1] здатні призвести до суттєвих порушень в стійкості і безпечній експлуатації дерев'яних конструкцій.

Такі порушення неминуче призведуть до травматизму, людських і матеріальних втрат, можливого виникнення аварій, пожеж. Безпечних аварій взагалі не існує, тому що вони завдають людських втрат і матеріальних збитків.

Забезпечення належної безпеки в суспільстві є важливою умовою нормального функціонування, обов'язковою умовою безпеки життєдіяльності людини, ефективної роботи суб'єктів господарювання.

Основним напрямком забезпечення безпеки на виробництві - є розробка на рівні державного регулювання ретельно перевіреної та безпомилкової нормативної бази.

Профілактика виробничого травматизму можлива лише за умови дотримання вимог з охорони праці, у тому числі тих, які направлені на забезпечення спорудження безпечних конструкцій і будівель.

Відповідно до статистики Державної служби України з питань праці, найчастіше нещасні випадки трапляються через організаційні причини (67 %), а потім технічні (10 %) і психофізіологічні (23 %). Організаційні причини – це також порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів, технологічних регламентів. Організаційні причини мають, самі по собі, високий відсоток в аварійності і травмуванню на виробництві, а додавання до цих причин заздалегідь невірних виконаних розрахунків з використанням [1], неминуче призведе до надзвичайних ситуацій і травматизму.

Вважаємо, що замовчування помилок у [1] неприпустиме і потребує переробки і Perezatverdzhennya.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Авторами не було перевірено значну частину [1]. Тому, вочевидь, наведений в статті перелік помилок не є кінцевим. Але і вже виявлені помилки показують, що [1] не може бути використано для розрахунків складних конструкцій з деревини та з матеріалів на базі деревини. Враховуючи те, що [1] є невдалим та неповним перекладом [2], при розрахунках сучасних дерев'яних конструкцій краще користуватись [2]. В цьому зв'язку абсолютно не зрозуміла роль у розробці [1] одного товариства з обмеженою відповідальністю, чотирьох докторів наук та семи кандидатів наук.

#### *Список літератури*

1. ДБН В.2.6-161:2017 «ДЕРЕВ'ЯНІ КОНСТРУКЦІЇ Основні положення»
2. EN 1995-1-1 :2004+A 1 «Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-1: General -Common rules and rules for buildings. English version»
3. DIN 1052:2004-08 Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
4. ДСТУ EN 636:2014 Фанера. Технічні умови (EN 636:2003, IDT)
5. EN 12369-1:2001 Wood-based panels - Characteristic values for structural design - Part 1: OSB, particleboard and fibreboard;
6. ДСТУ EN 300:2008 (EN 300:2006, IDT) Національний стандарт України. Плити деревинностружкові з орієнтованою стружкою (OSB). Терміни та визначення понять, класифікація та технічні вимоги.

Рукопис подано до редакції 10.04.2019

УДК 621.31.3

І.О. СІНЧУК, канд. техн. наук, доц., Криворізький національний університет

### **ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПОКАЗНИКІВ БАЛАНСУ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ПІДЗЕМНИМИ ЗАЛІЗОРУДНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ**

**Мета.** Метою даної роботи є розробка формалізованих процедур визначення показників балансу споживання електричної енергії для підземних залізородних підприємств.

**Методи дослідження.** В дослідженнях, для розробки формалізованих процедур визначення показників балансу споживання електричної енергії, використовувалися статистичні методи і відповідний інструментарій, а саме: кореляційно-регресійний аналіз, факторні методи, відповідність критеріям розподілу.

**Наукова новизна** полягає в імplementації методів економіко-статистичного аналізу до практики формалізації показників рівня споживання електричної енергії. Запропоновані методи дозволяють сформувати систему показників щодо визначення рівнів електроспоживання залізородними підприємствами. Визначені множинні регресійні рівняння відповідають запитам добувної промисловості задля побудови ефективних систем керування.

**Практична значимість.** Отримані результати доцільно використовувати в практичній діяльності залізородних підприємств Криворізького регіону при вирішенні задач керування споживання електроенергією. Відсутність універсальності відбиває доцільність побудови регресійних моделей для кожного залізородного підприємства. Практика дослідження множинного кореляційно-регресійного аналізу довела його дієвість. В процесі проведеного дослідження доведена доцільність проведення статистичний аналізу відповідних показників з метою оцінювання складових електробалансу з метою підвищення енергоефективності гірничорудних підприємств в рамках існуючих технологій.

**Результати.** Встановлено перелік споживачів, котрі формують форму добових графіків електричних навантажень залізородного підприємства – так звані стаціонарні установки, що споживають більш ніж 80 % від загального