

процесів захисту інформації. Такі процеси в загальному вигляді можуть бути представлені як процеси розподілу і використання ресурсів, які виділяються на захист інформації.

Моделі систем розгородження доступу до ресурсів захищеного об'єкта застосовують для розв'язку задач аналізу та синтезу систем (механізмів) розгородження доступу до різного виду ресурсів об'єкта, насамперед до масивів даних або полів пристроїв запам'ятовування комп'ютерних систем. Виділення цих моделей до самостійного класу моделей зумовлено тим, що механізми розгородження доступу відносять до найважливіших компонентів систем захисту інформації, від ефективності функціонування яких значною мірою залежить загальна ефективність захисту інформації.

За ступенем узагальнення характеристик об'єкта дослідження моделі поділяють на загальні, часткові та локальні. До категорії загальних відносять моделі, які дають змогу визначити (оцінити) загальні характеристики відповідних систем і процесів, на відміну від часткових і локальних моделей, які забезпечують визначення (оцінку) будь-яких часткових або локальних характеристик системи або процесів. Тут не треба путати загальні моделі зі структурними, а локальні і часткові – з функціональними.

**Висновки.** У роботі на основі представлених ознак для визначення об'єктів під час дослідження моделей захисту, таких як: способи реалізації моделей, характер процесів і явищ, які відбуваються у системі, характер підходу до моделювання об'єкта, призначення й специфіка об'єктів дослідження, ступінь узагальнення характеристик об'єктів дослідження, які узагальнюються, представлено класифікацію моделей захисту інформації в інформаційних мережах держави. На основі запропонованої класифікації моделей захисту наведено структурну модель моделей захисту за таким поділом: за способом реалізації, за характером процесів в системі, за характером підходу до моделювання об'єкта, за призначенням об'єктів дослідження, за характеристиками досліджуваного об'єкта. Отримані результати можуть застосовувати спеціалісти у сфері захисту інформації під час проектування та визначення моделей для захисту інформаційних мереж держави.

### Література

1. Михайлов С.Ф. Информационная безопасность. Защита информации в автоматизированных системах. Основные концепции / С.Ф. Михайлов, В.А. Петров, Ю.А. Тимофеев. – М.: Изд-во "Связь", 1995. – 56 с.
2. Голубенко О.Л. Политика інформаційної безпеки / О.Л. Голубенко, В.О. Хорошко, О.С. Петров, С.М. Головань, Ю.Є. Яремчук. – Луганськ: Вид-во СНІ ім. В. Дая. – 2009. – 300 с.
3. Єжова Л.Ф. Управління інформаційною безпекою / Л.Ф. Єжова, І.О. Мачалін, Я.В. Невойт, В.О. Хорошко. – В 2-х т. – К.: Вид-во ДУІКТ, 2011. – 236 с.
4. Малюк А.А. Информационная безопасность: Концептуальные и методологические основы защиты информации / А.А. Малюк. – М.: Изд-во "Высш. шк.", 2004. – 280 с.
5. Щеглов А.Ю. Защита компьютерной безопасности от несанкционированного доступа / А.Ю. Щеглов. – СПб.: Изд-во "Наука", 2004. – 384 с.
6. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова – К.: Вид. дім ВНУ, 2007. – 544 с.
7. Козлова К.В. Кількісна оцінка захисту радіоелектронних об'єктів / К.В. Козлова, В.О. Хорошко // Захист інформації: зб. наук. праць. – 2007. – № 1. – С. 30-32.

### Опирский И.Р. Классификация моделей защиты информации в информационных сетях государства

Предложены и представлены признаки для определения объектов при исследовании моделей защиты, такие как: способы реализации моделей, характер процессов и явлений, протекающих в системе, характер подхода к моделированию объекта, назначение и специфика объектов исследования, степень обобщения характеристик объектов исследования, что обобщаются. Представлена классификация моделей защиты информации в информационных сетях государства. На основе классификации моделей защиты приведена структурная модель моделей защиты по таким параметрам: по способу реализации, по характеру процессов в системе, по характеру подхода к моделированию объекта, по назначению объектов исследования, по характеристикам исследуемого объекта.

**Ключевые слова:** модель защиты информации, информационные сети государства, абстрактные модели, защита информации, математические модели, модель политики безопасности.

### Opirsky I.R. Classification Models of Information Security in Information Networks of the State

Some signs to identify objects in the study of patterns of protection are proposed. They are the following: ways to implement the models, the nature of the processes and phenomena occurring in the system, the nature of the object modeling approach, purpose and specific objects of study, the degree of generalization of the characteristics of objects of study. The classification of models of information security in information networks of the state is provided. On the basis of the classification models of protection, a structural model of security models was given on such parameters as the method of implementation, the nature of the processes in the system, the nature of the object modeling approach, intended objects of study, the characteristics of the object under study.

**Keywords:** model of information security, information networks of the state, abstract models, data protection, mathematical models, model of security policy.

УДК 674.058.6

Ст. викл. І.З. Пилипів – НЛТУ України, м. Львів

### МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ПРОЦЕСУ ГНУТТЯ КРИВОЛІНІЙНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІЗ ДЕРЕВОВОЛОКНИСТИХ ПЛИТ

Наведено приклади застосування криволінійних меблевих елементів із деревоволокнистих плит (ДВП). Внаслідок проведення теоретико-експериментальних досліджень встановлено зусилля для гнуття ДВП залежно від їх геометричних характеристик. Проведено математичний опис процесу гнуття на основі теоретичних положень напружено-деформованого та гранично рівноважного станів ДВП. Отримано математичну модель, яка дає змогу прогнозувати значення стискальної сили для виготовлення гнутих криволінійних елементів з мінімальною кількістю браку або відходів унаслідок руйнування.

**Ключові слова:** деревоволокниста плита, гнуття, криволінійний елемент критична сила, метод апроксимації.

**Вступ.** На сучасному етапі в багатьох меблевих виробках широко використовують криволінійні меблеві елементи. Для їх виготовлення застосовують деревину, шпон, різні композитні матеріали, а також деревоволокнисті плити (ДВП) (рис. 1). Якщо гнуті елементи у меблевих виробках із деревини виготовляли ще в далекі минулі часи, а із клеєних пакетів шпону, відколи людство навчилося стругати шпон, то процес виготовлення таких елементів на основі ДВП є новим і недостатньо вивченим [1-3]. Задачею дослідження є математичний

опис процесу гнуття деревоволокнистих плит у виготовленні криволінійних меблевих елементів і створення теоретичної бази для мінімізації браку та відходів унаслідок руйнування.



**Рис. 1. Сфера застосування криволінійних елементів із ДВП:**  
 а) меблі для вітальні; б) м'які меблі; в) дитячі меблі; г) кухні; е) офісні меблі

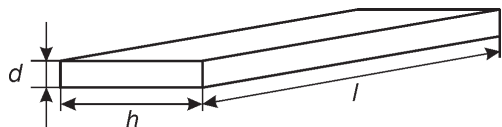
**Методика та хід досліджень.** Для опису гнуття деревоволокнистої плити потрібно ввести поняття критичного навантаження ( $P_{кр}$ ), перевищення якого спричиняє втрату рівноваги досліджуваного об'єкта його вихідної форми, тобто отриманні гнутого елемента. У цьому випадку потрібно вибрати таке значення сили стиску (згину)  $F$  плити, щоб воно перевищувало критичну силу у розумінні стійкості елемента плити, тобто  $F > P_{кр}$ .

Для забезпечення стійкої рівноваги потрібно щоб задовольнялася умова

$$|P| \leq F < P_p, \quad (1)$$

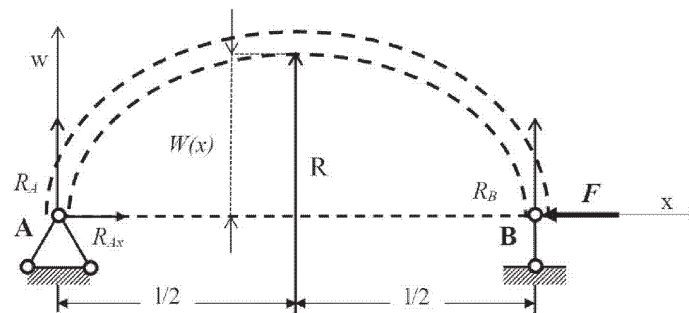
де:  $|P| = P_{кр}/n_{ст}$ ,  $P$  – діюче навантаження;  $n_{ст}$  – коефіцієнт запасу стійкості;  $P_p$  – навантаження, за якого може настати момент руйнування.

Деревоволокнисту плиту розглянуто з такими геометричними характеристиками: довжина  $l$ , ширина  $h$  та товщина  $d$ . Причому  $l \gg h$ , яка має вигляд стрижня (рис. 2).



**Рис. 2. Геометричні характеристики ДВП**

Створені умови, коли один кінець плити закріплений, шарнірно опертий і знаходиться під дією горизонтального зосередженого навантаження сили  $F$  (рис. 3).



**Рис. 3. Схема гнуття плити**

Внаслідок дії горизонтальної сили  $F$  у рухомому торці плити (точці  $B$ ) у нерухомому шарнірі  $A$  виникають його реакції  $R_{Aw}$  – вертикальна і  $R_{Ax}$  – горизонтальна, оскільки торець плити  $B$  є вільним, то реакції тут відсутні, за винятком прикладеної сили  $F$ .

Складаємо рівняння рівноваги плити, якому відповідає така система рівнянь:

$$\begin{cases} \sum F_{ix} = 0; \rightarrow R_{Ax} - F = 0; \\ \sum F_{iw} = 0; \rightarrow R_{Aw} = 0; \\ \sum M_B = 0; \rightarrow R_{Aw} \cdot l = 0; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_{Ax} = F; \\ R_{Aw} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Вважаємо, що прикладена сила  $F$  не спричиняє у плиті зусиль, внаслідок яких вона руйнується.

Напишемо спрощене диференціальне рівняння пружної лінії

$$EI_{\min} \frac{d^2w}{dx^2} = \pm M(x) \text{ або } \frac{d^2w}{dx^2} = \pm \frac{M(x)}{EI_{\min}} \quad (3)$$

де:  $I_{\min}$  – найменший момент інерції перерізу плити;  $E$  – модуль Юнга;  $M(x)$  – згинальний момент у будь-якій точці плити, добуток  $EI_{\min}$  – називають жорсткістю плити, причому  $I_{\min} = \frac{ld^3}{12}$ .

Оскільки  $|M(x)| = |F \cdot w|$ , то рівняння (3) залишимо у вигляді

$$\frac{d^2w}{dx^2} + \frac{F}{EI_{\min}} w = 0. \quad (4)$$

Позначимо

$$\frac{F}{EI_{\min}} = k^2. \quad (5)$$

Тоді рівняння (4) матиме такий вигляд:

$$\frac{d^2w}{dx^2} + k^2 w = 0. \quad (6)$$

Диференціальне рівняння (6) є лінійним однорідним рівнянням другого порядку. Для його розв'язку напишемо характеристичне рівняння

$$r^2+k^2=0, \text{ розв'язок якого } r^2=-k^2 \text{ і } r_{1,2}=\pm ik.$$

Тоді розв'язок рівняння (6) матиме такий вигляд

$$w = A \cdot \sin kx + B \cdot \cos kx \quad (7)$$

Граничні умови рівняння (3) мають такий вигляд

$$w(x)|_{x=0}=0; \quad w(x)|_{x=l}=0.$$

Тоді, підставивши у розв'язок (7) граничні умови, отримаємо: з першої умови  $0=B$ , з другої умови  $A \cdot \sin kl = 0$ .

На основі другої умови, при  $A=0$  виходить, що прогин буде дорівнювати нулю, тобто  $w(x)=0$ , але внаслідок дії сили  $F$  плита приймає криволінійну форму, отже  $A \neq 0$ . Отже, впливає те, що  $\sin kl = 0$ . Розв'язуючи це тригонометричне рівняння, знаходимо, що  $kl = \pi n$ , де  $n \in Z$ . Тоді

$$k = \pi n / l. \quad (8)$$

Підставивши значення  $k$  із формули (8) у формулу (5), отримаємо вираз для обчислення стискальної сили

$$F = \frac{\pi^2 n^2 EI_{\min}}{l^2}. \quad (9)$$

Оскільки нас цікавить найменше значення поздовжньої стискальної сили, за якої стає можливим поздовжнє згинання, то відповідне значення критичної сили  $P_{kp}$  при  $n=1$  становить

$$P_{kp} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2}. \quad (10)$$

Внаслідок обчислень можна графічно відобразити залежність критичної сили відносно товщин плит 2,5; 3; 4; 5 та 6 мм (рис. 4).

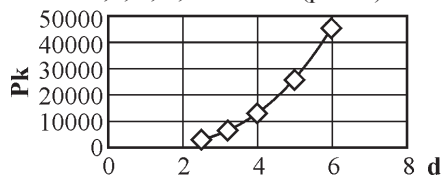


Рис. 4. Графік залежності критичної сили  $P_{kp}$  згідно з товщиною плити

Підставивши отримані значення у розв'язок рівняння (6), отримаємо значення прогину  $w$  плити залежно від її довжини  $x$ .

$$w = A \sin \sqrt{\frac{P_{kp}}{EI_{\min}}} \cdot x. \quad (11)$$

За значення  $x = l/2$  будемо мати максимальний прогин плити, тобто

$$w = A \sin \left( \frac{l}{2} \cdot \sqrt{\frac{P_{kp}}{EI_{\min}}} \right). \quad (12)$$

Оскільки, щоб у кінцевому результаті отримати плиту у вигляді зігнутого бруса, то повинна виконуватись умова

$$\sigma_{np} \leq \sigma_{kp} < \sigma_m, \quad (13)$$

де:  $\sigma_{np}$  – напруження пропорційності;  $\sigma_{kp}$  – критичне напруження й  $\sigma_m$  – напруження текучості.

Якщо виразити вказані напруження через силу, то отримаємо наступне співвідношення для сили  $F$ , за якої можливо отримати з плити зігнутий елемент

$$\frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2} \leq F \leq (a-b \cdot \lambda) \cdot S, \quad (14)$$

де:  $\lambda = l/i$  – гнучкість плити;  $l$  – довжина плити;  $i = \sqrt{I_{\min}/S}$  – радіус інерції поперечного перерізу плити;  $I_{\min}$  – момент інерції;  $S$  – площа поперечного перерізу плити ( $S = d \cdot h$ ); вираз  $a-b \cdot \lambda$  застосовують для встановлення напруження текучості, значення коефіцієнтів  $a$  та  $b$  вибираємо за допомогою відповідної таблиці для типу сировинного матеріалу.

Враховуючи значення поданих величин, після перетворень, отримаємо таке співвідношення для стискальної сили  $F$ :

$$\frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2} \leq F \leq \left( a-b \cdot \frac{2\sqrt{3}l}{d} \right) \cdot S. \quad (15)$$

У табл. наведено значення критичної і стискальної сил та їх різницю  $\Delta F = F - P_{kp}$  за зміни товщини плити, тобто настільки більшою повинна бути прикладена сила  $F$ , щоби отримати зігнутий елемент.

Табл. Значення критичної і стискальної сил та їх різниця  $\Delta F = F - P_{kp}$  за зміни товщини плити

$d$	$P_{kp}$	$F$	$\Delta F = F - P_{kp}$
2,5	3273,7	3484,7	211,1
3,2	6865,4	7135,6	270,1
4	13409,1	13746,7	337,7
5	26189,6	26611,7	422,1
6	45255,6	45762,1	506,5

Згідно з методом апроксимації побудовано таку емпіричну формулу, згідно з якою можемо встановлювати значення стискальної сили  $F$

$$F = 653,21 \cdot e^{0,73d}. \quad (16)$$

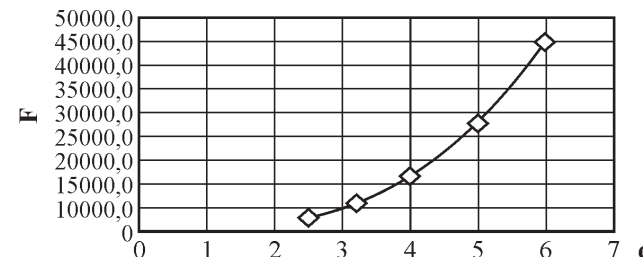


Рис. 5. Графік зміни стискальної сили залежно від товщини плити

Середнє квадратичне відхилення значень, отриманих згідно з побудованою емпіричною формулою та експериментальними даними, становить 5,5 %. На рис. 5 наведено графік зміни стискальної сили залежно від товщини плити.

**Висновок.** Згідно з основними положеннями опору матеріалів і теорії стійкості стиснутих стрижнів, проведено математичний опис процесу гнуття деревоволокнистої плити. За допомогою методу апроксимації побудовано емпіричну формулу, згідно з якою встановлено значення стискальної сили для отримання гнутих криволінійних елементів із ДВП. Середнє квадратичне відхилення значень, отриманих згідно з побудованою емпіричною формулою та експериментальними даними, становить 5,5 %.

### Література

1. Костриков П.В. Производство гнуклееной мебели / П.В. Костриков. – М. : Изд-во "Наука", 2008. – 282 с.
2. Манкевич Л.А. Исследование процессов гнутья древесины и древесных материалов : дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.21.05 – Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки / Л.А. Манкевич. – М., 2013. – 40 с.
3. Хухрянский П.Н. Прессование и гнутье древесины / П.Н. Хухрянский. – М. : Гослесбуиздат, 1956. – 244 с.
4. Белянкин Ф.П. Прочность и деформативность слоистых пластиков / Ф.П. Белянкин, В.Ф. Яценко, Г.И. Дыбенко. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1964. – 218 с.
5. Tudryszewski K. Coefficient of strength quality in bending of wood based panels / K. Tudryszewski K. Warmbier, M. Wilczynski. – Poznan : Technologia Drewna, journal, 2002. – 36 p.
6. Son J.J. Making useful furniture products with corrugated fibreboards / J.J. Son. – Toronto : Dept. of Mechanical and Industrial Engineering University, 2012. – 12 p.
7. Xavier J. Characterisation of the bending stiffness components of MDF panels from full-field slope measurements / J. Xavier, U. Belini, F. Pierron, J. Lousada, M. Tomazello, J. Morais. – Berlin : Wood Science and Technology, March 2013. – Vol. 47. – Pp. 423-441.

### **Пыльниц И.З. Математическое описание процесса гнутья криволинейных элементов из древесноволокнистых плит**

Приведены примеры использования криволинейных мебельных элементов из древесноволокнистых плит (ДВП). В результате теоретико-экспериментальных исследований установлено усилие для гнутья ДВП в зависимости от их геометрических характеристик. Проведено математическое описание процесса гнутья на основе теоретических положений напряженно-деформированного и предельно равновесного состояний ДВП. Получена математическая модель, позволяющая прогнозировать значение сжимающей силы для изготовления гнутых криволинейных элементов с минимальным количеством брака или отходов при разрушении.

**Ключевые слова:** древесноволокнистая плита, гнутье, криволинейный элемент, критическая сила, метод аппроксимации.

### **Pylypiv I.Z. Mathematical Description of Bending Fiberboard Curved Elements**

Some examples of the use of curved furniture elements of fiberboard (MDF) are provided. As a result of the theoretical and experimental studies we determined stress to bend MDF, according to their geometrical characteristics. A mathematical description of bending process based on theoretical concepts of stress – strain states of maximum equilibrium fiberboard is given. The study received a mathematical model that allows predicting the value of compressive force to manufacture curved curvilinear elements with a minimum defect number or the destruction of waste.

**Keywords:** fiberboard, bending, curved element, critical power, approximation method.

УДК 681.5:504.06

Асист. М.А. Шуфнарвич, канд. техн. наук –  
Івано-Франківський національний медичний університет

### **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПІД ЧАС КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

Актуальним питанням на сьогодні залишається збереження екологічно чистих територій, а також не менш важливим є питання прогнозування повеней і паводків на території України. Для вирішення цього питання запропоновано метод моделювання стану ґрунтів, шляхом застосування штучних нейронних мереж, а також система інтелектуальної підтримки прийняття рішень за результатами прогнозування рівня води в річках. В основу комп'ютерної системи покладено спеціалізоване програмне забезпечення, що ґрунтується на методі побудови математичних моделей на принципах генетичних алгоритмів. Використання ідей генетичних алгоритмів до побудови математичних моделей дає змогу не тільки вибрати оптимальну за структурою адекватну модель, але й значно зменшити число обчислень під час перебору моделей.

**Ключові слова:** об'єкт природокористування, керування екологічними процесами, математичне моделювання, прогнозування, інтелектуальна підтримка прийняття рішень.

Під дією природних та антропогенних факторів об'єкти природокористування змінюють свій стан і така зміна, у багатьох випадках, негативно впливає на середовище проживання людини. Одним із способів компенсації негативно впливу є залучення автоматизованих систем до керування станом об'єктів природокористування, що забезпечить формування ефективних рішень в умовах складності, невизначеності та нестационарності процесу. Завданнями таких систем є контроль основних показників стану об'єктів природокористування, їх оброблення з використанням методів штучного інтелекту для вироблення управлінських рішень, спрямованих, наприклад, на зменшення вмісту забруднень земель сільськогосподарського призначення, а також на запобігання катастрофічним ситуаціям внаслідок підняття рівня води річок.

На сьогодні існує низка автоматизованих систем, зокрема інтелектуальних, які здатні забезпечити підтримку прийняття управлінських рішень у процесі керування станом компонентів навколишнього середовища. Проведений аналіз підтверджує, що сучасний стан створення та розвитку систем інтелектуальної підтримки прийняття рішень під час керування об'єктами природокористування перебуває на досить ранній стадії використання у природокористуванні.

**Метою роботи** є синтез системи інтелектуальної підтримки прийняття рішень для ефективного керування об'єктами природокористування та прогнозування їх станів на основі методів побудови емпіричних моделей з використанням ідей штучного інтелекту.

Вирішення такої наукової завдання неможливе без створення адекватних математичних моделей, які б достатньою мірою відображали причинно-наслідковий характер процесів, що відбуваються в об'єктах природокористування під дією природних та антропогенних факторів.

Під час моделювання стану ґрунтів за вмістом важких металів  $C_i$  у будь-якій точці досліджуваного району отримані результати досліджень можуть бути апроксимовані певною математичною залежністю