

измерений по дополнительным вероятностным шкалам.

Описаны условия и приведен пример изменения знака переменной составляющей функции распределения, знака и значения параметра смещения. Рассмотрен случай привязки начала кривой функции распределения к граничному значению погрешности, соответствующей моменту времени t_{x0} или к близкому к нему значению.

Предложено интервал времени использования СИ при доверительной вероятности $P_{mo} \geq 0,9 \pm 0,1$ делить на более мелкие градации и проводить дополнительные проверки.

Результаты n проверок могут быть использованы для исследования динамики кривых прогнозных функции распределения при разных значениях ее параметров (и ее метрологических характеристик).

Результаты одновременной проверок группы СИ одного типа могут быть использованы для определения среднестатистических значений параметров функции распределения и корректировки их значений в базовой функции распределения.

Описанный T -метод динамической регрессии является универсальным и может быть использован для прогнозирования и определения времени наработки на метрологический отказ при многопараметровых функций распределения иного вида, т.е. при разных ВФ-моделях метрологических отказов средств измерений.

Литература

1. Пат. України № 90122 С2, кл. G01M 1/00. Спосіб визначення часу наробітку на метрологічну відмову засоба вимірювання / Кондратов В. Т.; Бюл. № 7 від 12.04.2010 р.
2. Кондратов В. Т. Теория метрологической надежности: применение нелинейного регрессионного анализа для прогнозирования и определения времени наработки на метрологический отказ / В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 4. – С. 138–148.
3. Кондратов В. Т. Теория метрологической надежности: новый метод динамического прогнозирования и определения времени наработки на метрологический отказ. Сообщение 1 / В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 1. – С. 57–65.
4. Кондратов В. Т. Теория метрологической надежности: новый метод динамического прогнозирования и определения времени наработки на метрологический отказ. Сообщение 2 / В. Т. Кондратов // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2010. – № 5. – С. 200–205.

УДК 519.83

В.В. РОМАНЮК

Хмельницький національний університет

РЕГУЛЯРНА ОПТИМАЛЬНА СТРАТЕГІЯ ПРОЕКТУВАЛЬНИКА У КЛАСИЧНІЙ КОНСТРУКЦІЇ З ЧОТИРМА ОПОРАМИ, НА ЯКІ ДІЮТЬ ЧАСТКОВО НЕВИЗНАЧЕНІ СТИСКАЮЧІ ЗУСИЛЛЯ

Дію нормованого навантаження на конструкцію з чотирма опорами, на які діють частково невизначені стискаючі зусилля, змодельовано як неперервну антагоністичну гру з ядром на шестивимірному гіперпаралелепіпеді. Доведено, що у такій грі другий гравець, якого уособлює проектувальник, має єдину оптимальну стратегію. Ця стратегія, визначена за певної умови, названа регулярною і дозволяє мінімізувати максимально можливі частки від граничного навантаження на опори конструкції.

The normed load action on construction with four supports, on which partially undetermined compressive forces act, has been modeled as continuous antagonistic game with kernel on six-dimensional hyperparallelepiped. It has been proved, that in such game the second player, what is personified by projector, has the single optimal strategy. This strategy, determined under some condition, has been called regular and allows minimizing the maximally possible parts from boundary load on the construction supports.

Ключові слова: конструкція з опорами, часткова невизначеність, нормоване навантаження, стискаюче зусилля, максимінний результат, ігрове антагоністичне моделювання, антагоністична гра, опуклість, оптимальна стратегія проектувальника.

Актуальність і значущість проблеми у загальному виді

Рациональний розподіл доступних ресурсів є практично повсякденною проблемою, котра виникає у будь-якій сфері суспільної активності. Проблеми такого розподілу постають й у будівельній механіці та машинобудуванні, де завжди існує дилема: з одного боку, необхідно забезпечувати надійність опорних конструкцій, на що додатково витрачається будівельний матеріал (металеві сплави, деревина, неорганічні сполуки), а з іншого боку — варто заощаджувати будівельні ресурси як для економії коштів, так і для того, щоб вага опорної конструкції була не надто великою [1, 2]. Компромісні рішення тут недопустимі, оскільки йдеться про безпеку, тому прийнятним є лише представлення рішень з гарантованим або максимінним результатом, де оптимізація витрат проектування відбувається на фоні забезпечення цілковитої надійності. Такий результат отримується часто за допомогою ігрового антагоністичного моделювання, де першого

гравця персоніфікують випадкові обставини [3, 4], врахувати які у моделі практично неможливо. Тому й отримання чистих оптимальних стратегій для другого гравця (проектувальника) є актуальною проблемою при вирішенні задач проектування опорних конструкцій [5 — 9]. Зокрема, у розпочатій статті мова піде про класичну конструкцію з чотирма опорами, на які діють частково невизначені стискаючі зусилля, але загальне стискаюче зусилля є відомим і воно нормується. Схема розташування опор конструкції (у вершинах квадрата чи чотирикутника або якимось інакше) не матиме значення. Крім того, слухним буде зауважити, що за відоме загальне стискаюче зусилля (котрє, звичайно, не може бути сталим) береться його верхнє значення, і воно нормується до одиниці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій щодо усунення часткових невизначеностей у задачах будівельної механіки і машинобудування

Виникнення невизначеностей у задачах будівельної механіки і машинобудування породжує проблеми їх усунення, що зазвичай моделюються за допомогою антагоністичних ігор. Особливо це стосується задачі оптимального використання і розподілу нормованого одиничного об'єму будівельних ресурсів у конструкції-опорі, що складається з $N \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$ елементів (однакової геометричної форми — хоча це не обов'язково), на які діє фіксоване (нормоване одиничне) навантаження [5, 6, 9]. Відомо, що частка від граничного навантаження на i -ту опору будівельної (машинобудівної) конструкції з площею поперечного перерізу y_i , на який діє стискаюче зусилля x_i , знаходиться як

$$T_i(x_i, y_i) = \alpha \frac{x_i}{y_i^2}, \quad (1)$$

де α є коефіцієнтом, що характеризує механічні властивості матеріалу i -ї опори [3, с. 144]. Усі можливі нормовані навантаження, які можуть стискувати i -ту опору, знаходяться у межах сегмента

$$[a_i; b_i] \subset (0; 1) \subset [0; 1]. \quad (2)$$

Те саме стосується й усіх можливих нормованих площ поперечного перерізу i -ї опори, сума яких за усіма опорами теж є одиничною. Точний імовірнісний розподіл цих значень невідомий — ніяких імовірнісних розподілів на сегменті (2) не існує (якби навіть й існували, то вони не розглядалися б, адже йдеться про надійність і безпеку з гарантованим результатом, а не про безпеку “у середньому”, з математичним сподіванням). Передбачається, що

$$\mu_{\pm}([a_i; b_i]) > 0 \quad (3)$$

для кожного $i \in \{1, N\}$, тобто на кожну опору діятиме певне навантаження (стискаюче зусилля), точкове значення якого ніколи не є відомим. Це навантаження, таким чином, є $[a_i; b_i]$ -невизначеним. Якби могло бути $[a_i; b_i] = [0; 1]$, то йшлося би про повну невизначеність стискаючого зусилля, але, оскільки $a_i > 0$ та $b_i < 1$, у розглядуваному випадку стискаюче i -ту опору зусилля є частково невизначеним [10 — 13].

При відомому сегменті $[a_i; b_i] \quad \forall i = \overline{1, N}$ ставиться задача мінімізувати максимально можливі частки від граничного навантаження на опори конструкції. Ця задача для $N = 4$ моделюється як нескінченна антагоністична гра з ядром

$$\begin{aligned} T(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) &= T(x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3) = \max \left\{ \{T_i(x_i, y_i)\}_{i=1}^4 \right\} = \\ &= \max \{T_1(x_1, y_1), T_2(x_2, y_2), T_3(x_3, y_3), T_4(x_4, y_4)\} = \\ &= \max \left\{ \alpha \frac{x_1}{y_1^2}, \alpha \frac{x_2}{y_2^2}, \alpha \frac{x_3}{y_3^2}, \alpha \frac{1-x_1-x_2-x_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right\} = \alpha \max \left\{ \frac{x_1}{y_1^2}, \frac{x_2}{y_2^2}, \frac{x_3}{y_3^2}, \frac{1-x_1-x_2-x_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

на декартовому добутку

$$\begin{aligned} \mathbf{X} \times \mathbf{Y} &= \{[a_1; b_1] \times [a_2; b_2] \times [a_3; b_3]\} \times \{[a_4; b_4] \times [a_5; b_5] \times [a_6; b_6]\} = \\ &= \prod_{i=1}^3 [a_i; b_i] \times [a_i; b_i] \times [a_i; b_i] = \prod_{i=1}^3 \left(\prod_{j=1}^3 [a_j; b_j] \right) \subset \prod_{i=1}^6 (0; 1) \subset \prod_{i=1}^6 [0; 1] \subset \mathbb{R}^6 \end{aligned} \quad (5)$$

двох паралелепіпедів

$$\mathbf{X} = [a_1; b_1] \times [a_2; b_2] \times [a_3; b_3] = \prod_{j=1}^3 [a_j; b_j] \subset \prod_{j=1}^3 (0; 1) \subset \prod_{j=1}^3 [0; 1] \subset \mathbb{R}^3 \quad (6)$$

та

$$\mathbf{Y} = [a_4; b_4] \times [a_5; b_5] \times [a_6; b_6] = \prod_{j=4}^6 [a_j; b_j] \subset \prod_{j=4}^6 (0; 1) \subset \prod_{j=4}^6 [0; 1] \subset \mathbb{R}^3 \quad (7)$$

як підмножини одиничного шестивимірної гіперпаралелепіпеда. Паралелепіпед (6) є множиною чистих стратегій

$$\mathbf{X} = [x_1 \quad x_2 \quad x_3] \in [a_1; b_1] \times [a_2; b_2] \times [a_3; b_3] = \mathbf{X} \quad (8)$$

першого гравця, а паралелепіпед (7) є множиною чистих стратегій

$$\mathbf{Y} = [y_1 \quad y_2 \quad y_3] \in [a_1; b_1] \times [a_2; b_2] \times [a_3; b_3] = \mathbf{Y} \quad (9)$$

проекувальника (другого гравця).

Формулювання мети і постановка завдання статті

Метою розпочатого дослідження є знаходження оптимальних площ чотирьох поперечних перерізів опор конструкції, застосування яких мінімізує максимально можливі частки від граничного навантаження на них і надасть згаданий гарантований (максимінний чи, власне, мінімаксий) результат. Для цього необхідно визначити оптимальну стратегію проектувальника у нескінченній антагоністичній грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5), попередньо обґрунтувавши її опуклість.

Твердження про опуклість антагоністичної гри з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5)

Справедливість такого твердження означатиме, що у проектувальника буде чиста оптимальна стратегія, яка притому може виявитись єдиною [3, 4, 14, 15]. Тоді й оптимізація витрат проектування відбудеться на фоні забезпечення цілковитої надійності, адже не треба буде прив'язуватися до якихось імовірнісних мір (тобто змішаних стратегій другого гравця) на паралелепіпеді (7).

Теорема 1. Антагоністична гра з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) є опуклою.

Доведення. Покажемо, що ядро (4) на гіперпаралелепіпеді (5) є опуклою функцією змінних $\{y_d\}_{d=1}^3$.

Маємо майже скрізь ненульові другі частинні похідні частин гіперповерхні під знаком максимуму у (4):

$$\frac{\partial^2}{\partial y_d^2} \left(\frac{x_d}{y_d^2} \right) = \frac{\partial}{\partial y_d} \left(-\frac{2x_d}{y_d^3} \right) = \frac{6x_d}{y_d^4}, \quad d = \overline{1, 3}, \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y_d^2} \left(\frac{1-x_1-x_2-x_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right) = \frac{\partial}{\partial y_d} \left(\frac{2(1-x_1-x_2-x_3)}{(1-y_1-y_2-y_3)^3} \right) = \frac{6(1-x_1-x_2-x_3)}{(1-y_1-y_2-y_3)^4}, \quad d = \overline{1, 3}. \quad (11)$$

Очевидно, що (10) й (11) набувають додатних значень при довільному $y_d \in [a_d; b_d]$, оскільки ще й $x_d \in [a_d; b_d]$ за умовами задачі, $d = \overline{1, 3}$. На нуль-вимірних множинах, де ядро (4) не є диференційовним, його перші частинні похідні як функції від аргументів $\{y_d\}_{d=1}^3$ “стрибають” з меншого значення у більше. Тому умова

$$\frac{\partial^2}{\partial y_d^2} T(x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3) \geq 0 \quad \text{при } d = \overline{1, 3}$$

опуклості даної антагоністичної гри виконана для всіх точок гіперпаралелепіпеда (5). Отже, гра з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) є опуклою. Теорему доведено.

Як наслідок, в опуклій грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) другий гравець (проекувальник) володіє (можливо, єдиною) чистою оптимальною стратегією

$$\mathbf{Y}_* = [y_1^* \quad y_2^* \quad y_3^*] \in [a_1; b_1] \times [a_2; b_2] \times [a_3; b_3] = \mathbf{Y}. \quad (12)$$

Залишається визначити її компоненти $\{y_i^*\}_{i=1}^3$, використавши відомий принцип розв'язування опуклих антагоністичних ігор.

Регулярні компоненти $\{y_i^*\}_{i=1}^3$ оптимальної стратегії проектувальника в антагоністичній грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5)

Теорема 2. В антагоністичній грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) за умови

$$\frac{\sqrt{b_i}}{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1 - \sum_{d=1}^3 a_d}} \in [a_i; b_i] \quad \forall i = \overline{1, 3} \quad (13)$$

оптимальною стратегією проектувальника є

$$\mathbf{Y}_* = \left[\frac{\sqrt{b_1}}{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1 - \sum_{d=1}^3 a_d}} \quad \frac{\sqrt{b_2}}{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1 - \sum_{d=1}^3 a_d}} \quad \frac{\sqrt{b_3}}{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1 - \sum_{d=1}^3 a_d}} \right]. \quad (14)$$

Доведення. Знаходимо максимум ядра (4) на паралелепіпеді (6). Маємо:

$$\begin{aligned} \max_{\mathbf{X} \in \mathbf{X}} T(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) &= \alpha \max_{\mathbf{X} \in \mathbf{X}} \left\{ \max \left\{ \frac{x_1}{y_1^2}, \frac{x_2}{y_2^2}, \frac{x_3}{y_3^2}, \frac{1-x_1-x_2-x_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right\} \right\} = \\ &= \alpha \max \left\{ \max_{x \in [a_1, b_1]} \left\{ \frac{x}{y_1^2} \right\}, \max_{x \in [a_2, b_2]} \left\{ \frac{x}{y_2^2} \right\}, \max_{x \in [a_3, b_3]} \left\{ \frac{x}{y_3^2} \right\}, \max_{\mathbf{X} \in \mathbf{X}} \left\{ \frac{1-x_1-x_2-x_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right\} \right\} = \\ &= \alpha \max \left\{ \frac{b_1}{y_1^2}, \frac{b_2}{y_2^2}, \frac{b_3}{y_3^2}, \frac{1-a_1-a_2-a_3}{(1-y_1-y_2-y_3)^2} \right\}. \end{aligned} \quad (15)$$

Згідно з [3, с. 140 — 143], оптимальне значення v_* розглядуваної гри може досягатися на кожній із компонент під знаком максимуму у (15) при

$$[y_1 \ y_2 \ y_3] = [y_1^* \ y_2^* \ y_3^*].$$

Отже, нехай

$$v_* = \alpha \frac{b_1}{(y_1^*)^2} = \alpha \frac{b_2}{(y_2^*)^2} = \alpha \frac{b_3}{(y_3^*)^2} = \alpha \frac{1-a_1-a_2-a_3}{(1-y_1^*-y_2^*-y_3^*)^2}, \quad (16)$$

звідки

$$y_d^* = \sqrt{\frac{\alpha b_d}{v_*}} \quad \forall d = \overline{1, 3} \quad (17)$$

та

$$1-y_1^*-y_2^*-y_3^* = \sqrt{\frac{\alpha(1-a_1-a_2-a_3)}{v_*}}. \quad (18)$$

Просумувавши ліві і праві частини співвідношень (17) та (18), отримаємо

$$\begin{aligned} 1 &= \sqrt{\frac{\alpha b_1}{v_*}} + \sqrt{\frac{\alpha b_2}{v_*}} + \sqrt{\frac{\alpha b_3}{v_*}} + \sqrt{\frac{\alpha(1-a_1-a_2-a_3)}{v_*}} = \\ &= \sqrt{\alpha} \frac{\sqrt{b_1} + \sqrt{b_2} + \sqrt{b_3} + \sqrt{1-a_1-a_2-a_3}}{\sqrt{v_*}} = \sqrt{\alpha} \frac{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1-\sum_{d=1}^3 a_d}}{\sqrt{v_*}}, \end{aligned} \quad (19)$$

звідки

$$v_* = \alpha \left(\sqrt{b_1} + \sqrt{b_2} + \sqrt{b_3} + \sqrt{1-a_1-a_2-a_3} \right)^2 = \alpha \left(\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1-\sum_{d=1}^3 a_d} \right)^2. \quad (20)$$

Таким чином, компонентами оптимальної стратегії проектувальника (12) є

$$y_i^* = \frac{\sqrt{b_i}}{\sqrt{b_1} + \sqrt{b_2} + \sqrt{b_3} + \sqrt{1-a_1-a_2-a_3}} = \frac{\sqrt{b_i}}{\sum_{d=1}^3 \sqrt{b_d} + \sqrt{1-\sum_{d=1}^3 a_d}}, \quad i = \overline{1, 3}. \quad (21)$$

Але (21) мають місце тільки при (13), оскільки чиста стратегія другого гравця не може не належати множині його чистих стратегій. Тоді припущення про тотожність (16) виконається. Отже, в антагоністичній грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) за умови (13) оптимальною стратегією проектувальника є (14). Теорему доведено.

Компоненти $\{y_i^*\}_{i=1}^3$ оптимальної стратегії проектувальника (14) в антагоністичній грі з ядром (4) на гіперпаралелепіпеді (5) можна називати регулярними (і саму таку стратегію можна називати регулярною), оскільки вони визначаються як (21) за умови (13). Якщо хоча б одна з трьох належностей в умові (13) порушується, то, очевидно, точка (14) не буде стратегією проектувальника [8], не кажучи вже про її оптимальність.

Висновок та перспектива подальшого дослідження

Отримавши компоненти $\{y_i^*\}_{i=1}^3$ оптимальної стратегії проектувальника (14), котрі є оптимальними площами поперечних перерізів трьох опор конструкції, площу четвертої знаходять як

$$y_4^* = 1 - \sum_{d=1}^3 y_d^*, \quad (22)$$

адже загальна площа поперечних перерізів є нормованою до одиничної. Застосування цих площ мінімізує максимально можливі частки від граничного навантаження на чотири опори конструкції, гарантуючи відповідну надійність. А питання про те, як діяти у випадку порушення умови (13), не є тривіальним. У такому випадку оптимальне значення v_* розглянутої антагоністичної гри не буде досягнуто принаймні на

одній із компонент під знаком максимуму у (15). Доведеться розв'язувати цю (скажімо, “нерегулярну”) гру з самого початку. Це є перспективою подальшого дослідження оптимальної стратегії проектувальника у конструкції з чотирма опорами, на які діють $[a_i; b_i]$ -невизначені стискаючі зусилля.

Література

1. Киселев В. А. Строительная механика: Спец. курс. Динамика и устойчивость сооружений: [учебник для вузов] / Киселев В. А. – [3-е изд., испр. и доп.]. – М.: Стройиздат, 1980. – 616 с.: ил.
2. Дарков А. В. Строительная механика: [учебник для строит. спец. вузов] / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – [8-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1986. – 607 с.: ил.
3. Воробьев Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков / Воробьев Н. Н. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 272 с.
4. Теория игр: [учеб. пособие для ун-тов] / Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Семин Е. А. – М.: Высшая школа, Книжный дом “Университет”, 1998. – 304 с.: ил.
5. Романюк В. В. Модель визначення оптимального рішення проектувальника у задачі про розрахунок поздовжньої стійкості двох елементів будівельної конструкції при дії на них нормованого стискаючого зусилля / В. В. Романюк // Проблеми трибології. – 2010. – № 1. – С. 42 – 56.
6. Романюк В. В. Моделювання дії нормованого одиничного навантаження на три колони однакової висоти у будівельній конструкції і знаходження оптимальної площі кожної опори / В. В. Романюк // Проблеми трибології. – 2010. – № 3. – С. 18 – 25.
7. Романюк В. В. Доведення тверджень для моделі дії нормованого одиничного навантаження на три колони однакової висоти у будівельній конструкції / В. В. Романюк // Проблеми трибології. – 2010. – № 4. – С. 72 – 81.
8. Романюк В. В. Про особливі компоненти оптимальної стратегії проектувальника у моделі дії нормованого одиничного навантаження на триколонну будівельну конструкцію / В. В. Романюк // Проблеми трибології. – 2011. – № 1. – С. 44 – 46.
9. Романюк В. В. Обчислення оптимальних площ поперечних перерізів у конструкції з трьома опорами за умов часткової невизначеності стискаючих зусиль на елементи з поздовжньою стійкістю / В. В. Романюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2011. – № 1. – С. 86 – 93.
10. Трухачев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределённости / Трухачев Р. И. – М.: Наука, 1981. – 258 с.
11. Мушик Э. Методы принятия технических решений / Мушик Э., Мюллер П.: [пер. с нем.]. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
12. Черноуцкий И. Г. Методы принятия решений / Черноуцкий И. Г. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.: ил.
13. Юдин Д. Б. Математические методы управления в условиях неполной информации / Юдин Д. Б. – М.: “Сов. радио”, 1974. – 400 с.: ил.
14. Оуэн Г. Теория игр / Оуэн Г.; [пер. с англ.]. – 2-е изд. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 216 с.
15. Воробьев Н. Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры / Воробьев Н. Н. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 496 с.

Надійшла 24.3.2011 р.

УДК 687. 021

С.В. ПЕТЕГЕРИЧ, Т.В. ІВАНІШЕНА

Хмельницький національний університет

М.П. БЕРЕЗНЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

ХІМІЧНІ МЕТОДИ НАДАННЯ ФОРМОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЯМ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ ЗІ ШТУЧНОЇ ШКІРИ

У статті проаналізовано хімічні методи та полімери для надання формостійкості деталям швейних виробів. Виділено перспективний напрямок надання формостійкості швейним виробам зі штучної шкіри шляхом прямої стабілізації з використанням клею-розплаву на основі відходів поліетилентерефталату.

The article analyzes the chemical methods and medications to provide shape stability to detail of garments. The prospective area of the shape stability of garments with artificial skin by direct stabilization using glue-melt on the basis of PET waste.

Ключові слова: формостійкість, шкіра, швейні вироби.

Постановка проблеми

За останні роки у світі спостерігається тенденція випуску широкого спектру швейних виробів зі штучної шкіри (ШШ), зокрема верхнього одягу. Це зумовлено високим попитом на ці товари завдяки тому,