

К.Г. Гриценко, канд. техн. наук, доц.

ДВНЗ “Українська академія банківської справи НБУ”

МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

У статті запропонована ієрархічна модель оцінки конкурентоспроможності страхової компанії, розроблена на основі нечіткої логіки. Обрано та згруповано фактори впливу на конкурентоспроможність страхової компанії. Для ієрархічного дерева логічного виведення побудовані нечіткі бази знань. В пакеті MATLAB реалізовано сценарій настройки параметрів нечіткої моделі.

Ключові слова: показники конкурентоспроможності страхової компанії, ієрархічне дерево логічного виведення, нечіткі бази знань.

Постановка проблеми. Розвиток страхового ринку України має важливе значення для ефективного функціонування економіки, підвищення соціального добробуту населення. Конкурентна боротьба страхових компаній спрямована на досягнення лідируючих позицій на страховому ринку. В умовах жорсткої конкуренції адекватна оцінка конкурентоспроможності страхової компанії (СК) є актуальним завданням, вирішення якого дозволяє обґрунтовано вибирати стратегічні напрями діяльності та шляхи досягнення конкурентних переваг СК.

Створення моделей для аналізу та оптимізації діяльності СК є важливим завданням, оскільки дозволяє вирішувати проблему підвищення ефективності діяльності СК. В сучасних умовах якісні показники діяльності фінансових установ стають ключовими факторами впливу на їх конкурентоспроможність [1]. При моделюванні оцінки конкурентоспроможності СК виникає необхідність врахування кількісних і якісних показників, невизначеності не тільки статистичної але й лінгвістичної природи. Такі можливості надає потужний апарат нечіткої логіки. Моделі, побудовані з використанням нечіткої логіки, є адаптивними до мінливих умов ринкової економіки, пристосовані для використання експертної інформації про об'єкт дослідження у вигляді логічних правил.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблеми конкуренції на галузевих ринках досліджували відомі зарубіжні та вітчизняні вчені: Аакер, Ансофф, Друкер, Портер, Багієв, Градов, Фатхутдінов, Юданов, Білецька, Парасій-Вергуненко, Савчук, Шершньова, Шпіг. Формуванню конкурентного середовища на страховому ринку України присвячені роботи Базилевича В.Д., Дворак М.С., Єрмошенко А.М., Козьменко О.В., Кравчук Г.В., Бурчевського В.З. Моделюванню конкурентоспроможності виробничих підприємств на основі нечіткої логіки присвячені роботи Матвійчука А.В. і Штовби С.Д. Різноманіття публікацій відображає об'єктивну складність предмету наукового дослідження, зокрема, відсутність загальноприйнятої методики оцінки та аналізу конкурентоспроможності.

Не вирішені раніше частини загальної проблеми.

Діяльність страхових компаній істотно відрізняється від інших видів підприємницької діяльності. До особливостей конкуренції між страховими компаніями відносяться:

- 1) відсутність товарно-матеріальних запасів;
- 2) страхові продукти (поліси) конкурентів, що є об'єктом конкурентної боротьби, практично однакові за характеристиками;
- 3) високий рівень державного регулювання страхової діяльності;
- 4) участь в конкурентній боротьбі нестрахових організацій;
- 5) соціально орієнтований характер діяльності СК;
- 6) взаємодія страхових компаній при перестрахованні, соціальному страхуванні, організації страхових пулів.

Фактори впливу на конкурентоспроможність являються тими важелями, за допомогою яких можливо підвищити рівень конкурентоспроможності СК. Незважаючи на суттєві досягнення в напрямку моделювання оцінки конкурентоспроможності організацій, подальшого вивчення вимагає комплекс питань, пов'язаних з визначенням факторів впливу на конкурентоспроможність СК, побудовою адекватної моделі комплексної оцінки конкурентоспроможності СК, що коректно враховує експертні оцінки факторів впливу на конкурентоспроможність СК.

Мета статті – розробка моделі комплексної оцінки конкурентоспроможності страхової компанії на основі нечіткої логіки.

Виклад основного матеріалу.

В роботі [2] чітко розмежована сутність конкурентоспроможності суб'єкта економічних відносин (страхової компанії) та конкурентоспроможності об'єкта цих відносин (страхового продукту). Конкурентоспроможність страхового продукту – це сукупність його переваг перед іншими страховими продуктами, що роблять страховий продукт привабливим для клієнтів. Конкурентоспроможність СК полягає в її здатності створювати та реалізовувати конкурентні переваги (зростання попиту на страхові продукти СК, зниження рівня фінансового та підприємницького ризиків тощо). Якісні характеристики страхового продукту впливають на конкурентоспроможність СК але не можуть бути єдиним критерієм, що забезпечує СК лідируючі позиції на страховому ринку. Зміни у зовнішньому та внутрішньому середовищах СК призводять до зміни конкурентних переваг СК, тому конкурентоспроможність не є постійною характеристикою, а визначає здатність СК протистояти конкурентам у певний проміжок часу.

Введемо поняття критерію конкурентоспроможності СК як якісної або кількісної характеристики СК, що є основою для оцінки її конкурентоспроможності. По відношенню до кількості врахованих показників розрізняють одиничні та групові критерії конкурентоспроможності. При прийнятті стратегічних рішень керівництвом СК зручним у використанні є узагальнений показник оцінки

конкурентоспроможності – рівень конкурентоспроможності Y . Чим більше значення Y , тим більша доля страхового ринку належить СК.

Модель оцінки конкурентоспроможності СК представляє собою функціональне відображення виду

$$X = \{X_i\} \rightarrow Y, \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де X_i – частинні критерії конкурентоспроможності, які характеризують різні сторони діяльності СК і є найбільш важливими для оцінки конкурентоспроможності СК;

N – кількість врахованих критеріїв.

Модель (1) представлена на рис.1 у вигляді ієрархічного дерева логічного виведення, що визначає структуру моделі.

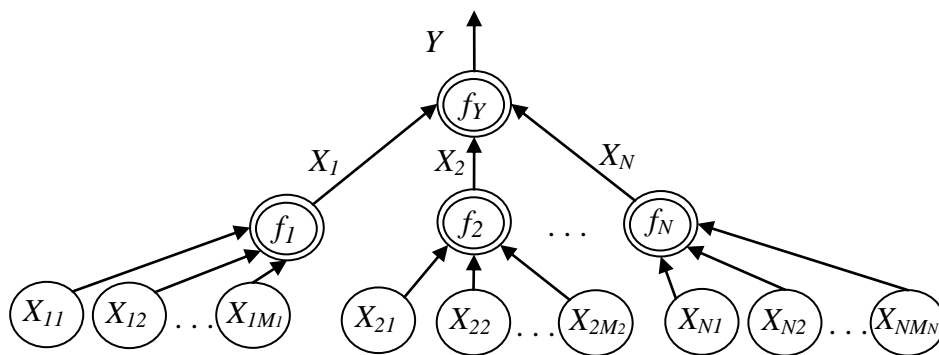


Рис. 1. Ієрархічне дерево логічного виведення

Елементи дерева інтерпретуються таким чином:

- корінь дерева – рівень конкурентоспроможності СК (Y);
- дуги графа, що виходять із нетермінальних вершин – частинні критерії конкурентоспроможності (X_1, X_2, \dots, X_N);
- нетермінальні вершини (подвійні кола) – згортка f_Y частинних критеріїв конкурентоспроможності $\{X_i\}$ та згортки f_i частинних показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$, $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M_i}$, де N – кількість груп показників, M_i – кількість показників в i -й групі;
- термінальні вершини – частинні показники конкурентоспроможності.

Дереву логічного виведення (рис.1) відповідає система відношень

$$Y = f_Y(X_1, X_2, \dots, X_N), \quad (2)$$

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1M_1}), \quad (3)$$

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2M_2}) \quad (4)$$

...

$$X_N = f_N(X_{N1}, X_{N2}, \dots, X_{NM_N}) \quad (5)$$

Значення Y та X_i , $i = \overline{1, N}$, знаходяться за алгоритмом нечіткого логічного виведення Мамдані [3] з використанням нечітких баз знань, що

апроксимують залежності (2)-(5). Частинні критерії конкурентоспроможності X_i та показники конкурентоспроможності X_{ij} визначаються як лінгвістичні змінні, що задані на своїх універсальних множинах і оцінюються за допомогою нечітких термів. Чим більше термів має лінгвістична змінна, тим точніша її оцінка. Використання більше 9 термів недоцільно, бо в оперативній пам'яті людини одночасно утримується не більше 7 ± 2 понять-ознак [4].

Розглянемо основні етапи моделювання комплексної оцінки конкурентоспроможності СК.

Етап 1. Визначення факторів впливу на конкурентоспроможність

Експертом-страховиком формуються критерії конкурентоспроможності $\{X_i\}$, $i = \overline{1, N}$. Автором пропонуються такі частинні критерії конкурентоспроможності СК:

- 1) X_1 – конкурентоспроможність страхових продуктів;
- 2) X_2 – фінансовий стан СК;
- 3) X_3 – ефективність діяльності зі збуту та супроводу страхових продуктів;
- 4) X_4 – ефективність операційної діяльності;
- 5) X_5 – ефективність інвестиційної діяльності;
- 6) X_6 – ефективність управління;
- 7) X_7 – соціальна ефективність;
- 8) X_8 – імідж СК.

Для кожного групового критерію X_i експертом-страховиком формується набір показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$. Нижче представлений один із можливих варіантів групування показників конкурентоспроможності СК.

Рівень конкурентоспроможності страхових продуктів X_1 може бути оцінений на основі розмірів тарифних ставок (X_{11}), якості страхових продуктів (X_{12}), рівня диференціації страхових продуктів (унікальності, інноваційності, відображення цінностей цільових груп клієнтів) (X_{13}).

Фінансовий стан X_2 може бути оцінений на основі показників рентабельності, платоспроможності, ділової активності та фінансової стійкості.

Ефективність діяльності зі збуту та супроводу страхових продуктів X_3 можна визначити на основі рентабельності продажу, ступеня диверсифікації каналів продажу, їх ефективності, рівня розвиненості регіональної мережі, рівня використання CRM-технологій.

Ефективність операційної діяльності X_4 можна визначити на основі даних про собівартість страхових продуктів, розміру страхового портфеля, рівня андеррайтингу та врегулювання збитків, користування послугами сторонніх організацій, ефективності автоматизованої інформаційної системи, рівня продуктивності праці та кваліфікації персоналу.

Ефективність інвестиційної діяльності X_5 можна визначити на основі рівня дохідності, ліквідності, надійності, диверсифікації інвестиційних вкладів, розміру інвестиційного портфеля.

Ефективність управління X_7 можна визначити на основі рівня організації управлінської праці, обґрунтованості управлінських рішень, оперативності роботи та економічності апарату управління, компетентності управлінського персоналу, оптимальності системи управління.

Соціальна ефективність X_6 визначається на основі рівня плинності кадрів, умов і рівня оплати праці.

Імідж СК X_8 можна визначити на основі компетентності керівника, зручності розташування офісів СК, досвіду роботи СК на страховому ринку, якості обслуговування клієнтів, строків і розмірів страхових виплат, ефективності рекламної діяльності, рівня рекамацій (претензій клієнтів), рівня розкриття інформації, надійності програм перестраховування.

Етап 2. Завдання лінгвістичних змінних

Для лінгвістичних змінних X_i та X_{ij} , $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M_i}$ визначаються універсальні множини (інтервали значень $[\underline{X}_{ij}, \overline{X}_{ij}]$) та вигляд функцій належності до нечітких термів. Функція належності відображає елементи з універсальної множини певної лінгвістичної змінної на множину чисел в інтервалі $[0, 1]$, які вказують ступінь належності кожного елемента універсальної множини до нечіткого терму. Для оцінки значень лінгвістичних змінних X_i та X_{ij} автор використовував єдину шкалу нечітких термів T : H – низький; HC – нижче середнього; C – середній; BC – вище середнього; B – високий.

У загальному випадку лінгвістичні змінні X можуть мати різні функції належності до нечітких термів T , для спрощення моделі автор використовував тільки узагальнену дзвіноподібну функцію належності

$$\mu^T(X) = \frac{1}{1 + ((X - c^T)/b^T)^2}, \quad (6)$$

де b^T – коефіцієнт концентрації;

c^T – координата максимуму.

Вибір функції (6) обумовлений тим, що вона добре апроксимує функції належності, отримані за експертним методом парних порівнянь. Розмежування нечітких термів лінгвістичних змінних та настройка параметрів відповідних функцій належності здійснюється експертом-страховиком на основі нормативних значень (визначених, зокрема, у Законі України “Про страхування”), експертних суджень і порівняння значень окремих показників для різних СК в певний проміжок часу.

Етап 3. Створення нечітких баз знань

Далі необхідно виконати апроксимацію залежностей (2)-(5) за допомогою нечітких баз знань, які експерту-страховику потрібно створити, і операцій над нечіткими множинами. Цей процес називається нечітким логічним виведенням. Системи нечіткого логічного виведення являються

універсальними аппроксиматорами складних нелінійних залежностей [4]. В загальному випадку механізм логічного виведення складається з чотирьох етапів: введення нечіткості (фазифікація), нечітке логічне виведення, композиція і приведення до чіткості (дефазифікація).

Функції належності, визначені на універсальних множинах вхідних змінних X_i , застосовуються до фактичних значень змінних X_i для визначення міри істинності кожної передумови кожного правила бази знань (відбувається фазифікація). Нечітке логічне виведення здійснюється на основі продукційних правил з бази знань, яка формалізується у вигляді

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[w_{jp} \bigcap_{i=1}^N (X_i = a_i^{jp}) \right] \rightarrow Y = d_j, j = 1, 2, \dots, m, \quad (7)$$

де a_i^{jp} – нечіткий терм, що оцінює значення змінної X_i у p -му рядку кон'юнкцій j -го правила бази знань ($p=1, 2, \dots, k_j$);

k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихід Y оцінюється нечітким термом d_j ($j=1, 2, \dots, m$);

m – кількість термів, що оцінюють значення виходу Y ;

w_{jp} – вага p -го рядка кон'юнкцій j -го правила бази знань.

Автором розроблені нечіткі бази знань типу Мамдані. В табл.1 і табл.2 представлені фрагменти наборів продукційних правил (7), що реалізують співвідношення, відповідно, (2) і (3).

Таблиця 1

Фрагмент нечіткої бази знань для визначення рівня конкурентоспроможності страхової компанії

Критерії конкурентоспроможності								Вага	Вихідна змінна
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	w	Y
В	ВС	ВС	В	С	ВС	ВС	ВС	w_{11}^Y	В
В	ВС	В	С	В	ВС	ВС	ВС	w_{12}^Y	
ВС	В	ВС	ВС	С	ВС	С	В	w_{13}^Y	
ВС	ВС	В	С	ВС	В	В	ВС	w_{14}^Y	
ВС	В	В	ВС	С	С	ВС	В	w_{15}^Y	
...
Н	НС	НС	Н	С	НС	НС	НС	w_{51}^Y	Н
Н	С	Н	Н	С	Н	Н	Н	w_{52}^Y	
НС	Н	НС	НС	Н	НС	С	Н	w_{53}^Y	
НС	НС	Н	С	НС	Н	Н	НС	w_{54}^Y	
С	Н	Н	НС	НС	С	Н	Н	w_{55}^Y	

Фрагмент нечіткої бази знань для визначення рівня конкурентоспроможності страхових продуктів

Показники конкурентоспроможності			Вага	Вихідна змінна
X_{11}	X_{12}	X_{13}	w	Y
НС	В	ВС	$w_{11}^{X_1}$	В
Н	ВС	ВС	$w_{12}^{X_1}$	
Н	В	С	$w_{13}^{X_1}$	
...
ВС	Н	НС	$w_{51}^{X_1}$	Н
В	НС	Н	$w_{52}^{X_1}$	
ВС	Н	С	$w_{53}^{X_1}$	

На підставі мір істинності передумов правил визначається міра істинності висновку кожного правила бази знань. Потім нечіткі множини, отримані для вихідної змінної Y в усіх правилах, об'єднуються (відбувається композиція) і формується одна нечітка множина для вихідної змінної Y , що і перетворюється далі в чітке число.

Нечітке логічне виведення по ієрархічному дереву дозволяє зробити математично обґрунтований висновок щодо рівня конкурентоспроможності СК із врахуванням кількісних і якісних показників конкурентоспроможності. Розглянута модель оцінки конкурентоспроможності СК реалізована в пакеті MATLAB з використанням функцій модуля Fuzzy Logic Toolbox, редактора FIS (Fuzzy Inference System) та m -функцій, запропонованих Штовбою С.Д. в роботі [3] для реалізації процедур нечіткого ієрархічного виведення в MATLAB.

Етап 4. Налаштування параметрів нечіткої моделі

Якість логічного виведення можна підвищити, якщо провести налаштування параметрів нечіткої моделі за статистичними даними. В нечітких базах знань типу Мамдані налаштовують параметри функцій належності (6) нечітких термів і ваги правил в базах знань (7).

Для навчання нечіткої моделі статистичні дані представимо у вигляді

$$(X_r, y_r), r = \overline{1, M}, \quad (8)$$

де X_r – вектор значень вхідних змінних (в розробленій моделі значення лінгвістичних змінних можна задавати як числами так і нечіткими термами);

y_r – значення вихідної змінної (доля регіонального страхового ринку, що належить СК, визначається за даними маркетингових досліджень);

M – обсяг вибірки.

Введемо наступні позначення: I – вектор параметрів функцій належності нечітких термів вхідних змінних, O – вектор параметрів функцій належності нечітких термів вихідної змінної, W – вектор ваг правил нечітких баз знань. Задача настройки параметрів нечіткої моделі полягає в знаходженні таких векторів I , O та W , що забезпечують мінімальне значення середньоквадратичної похибки

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1}^M \left(y_r - \frac{Y(I, O, W, X_r)}{\sum_{i=1}^L Y_i(I, O, W, X_r)} \right)^2} \rightarrow \min, \quad (9)$$

де $Y = f(I, O, W, X_r)$ – модельна оцінка рівня конкурентоспроможності досліджуваної СК;

$Y_i = f_i(I, O, W, X_r)$ – модельна оцінка рівня конкурентоспроможності i -ої конкуруючої СК, $i = \overline{1, L}$;

L – кількість конкуруючих СК в момент часу, що розглядається.

На значення параметрів, представлених векторами I , O і W , накладаються певні обмеження, що забезпечують лінійну впорядкованість елементів терм-множин лінгвістичних змінних. Система нечіткого логічного виведення представляється в робочій області пакету MATLAB у вигляді структури даних FIS [3]. Налаштування ієрархічної моделі оцінки конкурентоспроможності СК здійснювалась в пакеті MATLAB шляхом написання m-сценарію, в якому використовувались функції модуля Fuzzy Logic Toolbox, структура даних FIS і функція нелінійної оптимізації `fmincon()` модуля Optimization Toolbox.

Для забезпечення більшої ніж у конкурентів долі страхового ринку необхідно, щоб рівень конкурентоспроможності СК був вищим ніж у конкурентів. Досягти запланованого рівня конкурентоспроможності можна змінюючи значення факторів впливу на конкурентоспроможність СК. Задача досягнення запланованого рівня конкурентоспроможності Y^* при мінімальних витратах на покращання показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$ формалізується в наступному вигляді:

$$\sum_{i=1, N} \sum_{j=1, M_i} c_{ij} \cdot |X_{ij} - X_{ij}^0| \rightarrow \min \quad (10)$$

за умов

$$\begin{aligned} f_Y(X_1, X_2, \dots, X_N) &\geq Y^*, \\ X_i &= f_i(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iM_i}), \\ \underline{X}_{ij} &\leq X_{ij} \leq \overline{X}_{ij}, \\ i &= \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_i}. \end{aligned}$$

де X_i – значення частинних критеріїв конкурентоспроможності, які розраховуються за запропонованою нечіткою моделлю;
 X_{ij}^0 – початкові значення показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$,
 $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M_i}$, де N – кількість груп показників, M_i – кількість показників в i -й групі;
 $[\underline{X}_{ij}, \overline{X}_{ij}]$ – інтервал можливих значень показника конкурентоспроможності X_{ij} ;
 c_{ij} – грошові витрати на збільшення (зменшення) значення показника конкурентоспроможності X_{ij} на одиницю;
 Y^* – запланований рівень конкурентоспроможності СК;

В деяких випадках задачу підвищення конкурентоспроможності СК зручно ставити як задачу оптимального розподілу обмежених ресурсів:

$$f_Y(X_1, X_2, \dots, X_N) \rightarrow \max \quad (11)$$

за умов

$$\begin{aligned} X_i &= f_i(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iM_i}), \\ \sum_{i=1, N} \sum_{j=1, M_i} c_{ij} |X_{ij} - X_{ij}^0| &\leq C, \\ \underline{X}_{ij} &\leq X_{ij} \leq \overline{X}_{ij}, \\ i &= \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M_i}, \end{aligned}$$

де C – обсяг грошових ресурсів, що виділені на підвищення конкурентоспроможності СК.

Оптимізаційні задачі (10) і (11) розв'язуються в пакеті MATLAB шляхом написання m-сценаріїв, в яких використовується функція нелінійної оптимізації `fmincon()` модуля Optimization Toolbox.

Висновки. Запропонована нечітка ієрархічна модель за рахунок розподілу факторів впливу на групи дає можливість не тільки визначати рівень конкурентоспроможності СК в певні моменти часу але й аналізувати різні сторони її діяльності (фінансовий стан, ефективність управління тощо). Передбачена можливість тонкої настройки параметрів моделі за статистичними даними. Можливість доповнення моделі новими факторами, а баз знань – новими правилами надає моделі властивостей гнучкості та адаптивності до мінливих умов ринкової економіки. Використання в моделі значень вхідних змінних в різні моменти часу дозволяє відслідковувати динаміку зміни конкурентоспроможності СК.

Реалізація моделі в пакеті MATLAB забезпечила доступність її сприйняття, легкість внесення змін, побудови залежностей вихідної змінної (рівня конкурентоспроможності) від факторів впливу. Дослідження цих залежностей дозволяє визначити шляхи забезпечення бажаного рівня конкурентоспроможності СК.

Список літератури

1. Шпіг, Ф.І. Конкуренентоспроможність банку: фактори та критерії оцінки [Текст] / Ф.І.Шпіг // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України: збірник наукових праць. – Суми: УАБС НБУ, 2006. – Т.16. – С.57-63
2. Вайсман, В.А. Основные принципы конкурентоспособности субъекта хозяйствования [Текст] / В.А.Вайсман // Экономика и государство. – 2004. – №7. – С.26-30.
3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д.Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288с.
4. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А.П.Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320с.

Summary

The hierarchical model of competitiveness estimation of insurance company on the basis of fuzzy logic is offered. The factors of competitiveness are selected and grouped. The fuzzy bases of knowledges are built for the hierarchical tree of logical conclusion. The scenario of tuning of parameters of fuzzy model is created in the system MATLAB.

Гриценко, К.Г. Моделювання оцінки конкурентоспроможності страхових компаній на основі нечіткої логіки / К.Г. Гриценко // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України: зб. наук. праць. - Суми: УАБС НБУ, 2010. – Вип. 29. – С. 103-113.