

МОДЕЛЮВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ КОНФЛІКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ БАЙЄСОВИХ МЕРЕЖ

Г.І. КАНГУН, П.І. БІДЮК, О.Л. ЖИРОВ

Анотація. Розглянуто загальні підходи до моделювання військових конфліктів. Побудовано ймовірнісно-статистичну модель для встановлення ймовірності настання військового конфлікту у вигляді байєсової мережі. Складність моделювання військового конфлікту полягає у високій динаміці взаємодійних систем з багатьма невідомими або невимірюваними змінними і параметрами. У створеній моделі враховано неповноту та нечіткість наявної інформації. Побудована модель має на меті не тільки виявлення існуючих взаємозв'язків та залежностей між вибраними процесами, а і прогнозування ймовірності виникнення майбутніх конфліктів на основі результатів аналізу поточної ситуації. Проведено моделювання з використанням наявних статистичних даних, виконано серію обчислювальних експериментів та аналіз отриманих результатів. Статистичні дані для формування вибірки даних взято з відкритих джерел. За побудованою моделлю оцінено ймовірність внутрішнього та зовнішнього конфліктів в Україні. Отримані числові результати відповідають реальній ситуації.

Ключові слова: моделювання, військовий конфлікт, мережі Байєса, прогнозування.

ВСТУП

Життя в умовах нестабільності міжнародних відносин та переходу до нових, більш складних методів ведення конфліктів вимагає від України відповідного рівня системи національної безпеки та оборони, що зможе гарантувати можливість реалізації обраного політичного курсу і мінімізувати вплив інших держав на рішення, що приймаються, для обрання курсу, оптимального саме для української держави, а не інших зацікавлених сторін.

Побудова моделі процесу дозволяє всебічно розглянути процес та прогнозувати розвиток ситуації, що в результаті полегшує пошук оптимального рішення. Складність моделювання військового конфлікту полягає передусім у тому, що він є динамічною системою з багатьма невідомими або невимірюваними параметрами. Варто враховувати неповноту та нечіткість інформації. Аналіз та моделювання подібної системи має на меті не тільки виявлення існуючих взаємозв'язків та залежностей, а і передбачення та попередження майбутніх конфліктів на підставі результатів аналізу.

Одним з методів аналізу та моделювання військових конфліктів є метод експертних оцінок, приклади практичного застосування якого розглядаються у працях [1, 2]. Автори праці [1] ефективно застосували метод експертних оцінок для цілей воєнно-політичного прогнозування на прикладі Росії. Недолік, зумовлений суб'єктивністю оцінок, усунуто через залучення значної кількості експертів. У свою чергу, у праці [2] для дослідження можливих стратегій Росії для вирішення проблеми Південних Курил сформовано ієрархічну цільову структуру досліджуваної проблеми та застосовано метод аналізу ієрархій Т. Сааті. Подані результати використання методу аналізу ієрархій показали достатню його ефективність. Формування ієрархічних цільових структур забезпечило належну структурування досліджуваної проблеми, що дозволить суттєво спростити роботу аналітиків та експертів. Кількісні оцінки елементів дерева цілей дають змогу приймати більш обгрунтовані рішення щодо вибору тієї чи іншої стратегії поведінки в конфлікті.

У праці [3] окреслено підхід до формалізації конфлікту, побудови його математичної моделі та дослідження конфлікту як багатовимірного, неоднороззначного та слабкопередбачуваного явища. Отримана модель дозволяє бачити тенденції розвитку та можливості процесів, а спеціальні процедури не потребують нагромадження статистичного матеріалу. Методику формування множини факторів воєнного конфлікту та системи взаємозв'язків між ними наведено у праці [4], у якій викладено метод формалізації негативних та різнознакових взаємозв'язків між елементами когнітивних карт з використанням логіки антонімів. Для вираження негативних та різнознакових зв'язків між елементами когнітивних карт уведено відповідні оператори, сформовано їх основні властивості.

Можливість застосування нейронних мереж і зокрема байєсової нейронної мережі, досліджується у працях [5, 6]. У праці [6] розглядаються пари учасників і відповідно для кожної пари пропонується такий набір параметрів:

- демократія (для кожної країни визначається за шкалою від мінус десяти до десяти, де десять — повна демократія, а мінус десять — повне самодержавство, після чого обирається мінімальне з двох значень);
- союзники (бінарна величина, що набуває значення 1, якщо члени пари пов'язані будь-якою формою військового союзу, та 0, якщо військовий союз відсутній);
- сусідство (має значення 1, якщо члени пари мають спільний кордон, та 0, якщо спільних кордонів не мають);
- відстань (обраховується як десятковий логарифм відстані в кілометрах між столицями членів пар);
- основна сила (дорівнює 1 для наддержав і 0 для всіх інших);
- спроможність (обраховується як десятковий логарифм суми загальної кількості населення, кількості людей в міських районах, промислового споживання енергії, виробництва чавуну і сталі, кількості активних військовослужбовців, військових витрат у доларах за останні п'ять років (від сильнішої держави до слабшої);
- залежність (сума значень експорту та імпорту між країнами, поділена на валовий внутрішній продукт (ВВП) сильнішої країни; цей параметр є

неперервним і вимірює рівень економічної незалежності менш економічно залежного члена пари).

Як набір даних у роботі використано політично значущі періоди перед холодною війною (1885–1945 рр.) та під час холодної війни. Установлено, що використання чотирьох параметрів — демократії, союзників, спроможності і залежності — або тільки залежності, або тільки можливості дає змогу уникнути всіх передбачених конфліктів. Використання тільки демократії дозволило уникнути 90% прогнозованих конфліктів, лише союзників — 77%.

У цій роботі увагу приділено моделюванню та прогнозуванню можливості виникнення конфлікту для окремих сутностей, а не пар сутностей, на базі параметрів їх стану.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Побудова моделі досліджуваного процесу дає змогу всебічно розглянути процес та прогнозувати розвиток ситуації, що в результаті полегшує пошук раціонального або оптимального рішення. Мета аналізу та моделювання подібної системи полягає не лише у виявленні існуючих взаємозв'язків та залежностей, а й у передбаченні та попередженні майбутніх конфліктів за результатами аналізу.

Завдання роботи — розроблення ймовірнісної моделі військового конфлікту на базі байєсової мережі, яка дозволить всебічно розглянути військовий конфлікт та ймовірності варіантів його розвитку на підставі вибірки статистичних даних.

ПОБУДОВА МОДЕЛІ

Первинним і одним з найважливіших завдань побудови моделі воєнного конфлікту на базі байєсової мережі є обрання змінних (вузлів) мережі та опис взаємозв'язків між ними. Будемо вважати можливим один з двох результуючих вузлів:

1) внутрішній конфлікт (імовірність конфлікту всередині країни — цей вузол включатиме такі типи конфліктів, як повстання або революція, громадянська війна, відсутність внутрішнього конфлікту);

2) зовнішній конфлікт (імовірність конфлікту з іншою країною, включатиме наявність та відсутність зовнішнього конфлікту).

Більш складним завданням є раціональний вибір вихідних змінних моделі. Виходячи з результатів дослідження [4], але з урахуванням переходу від дослідження пар сутностей до дослідження окремих сутностей, вважаємо доцільним обрати такі впливові змінні:

- індекс людського розвитку;
- рівень інфляції;
- контроль корупції;
- демократію;
- наявність поточного конфлікту;
- рівень міграції;
- військові витрати (%GPD);

- ренти природних ресурсів (%GPD).

Ці змінні мають подану нижче інтерпретацію.

Індекс людського розвитку — інтегральний показник, що розраховується щорічно для міждержавного порівняння і вимірювання рівня життя, грамотності, освіченості і довголіття як основних характеристик людського потенціалу досліджуваної території. Це стандартний інструмент для загального порівняння рівня життя різних країн і регіонів. Індекс публікується в межах програми розвитку Організації Об'єднаних Націй у звітах про розвиток людського потенціалу [7].

Інфляція — надмірне відносно потреб товарообігу збільшення кількості паперових грошей з наступним їх швидким знеціненням [8]. Проявляється зростанням загального рівня цін та зниженням купівельної спроможності грошей.

Індекс контролю корупції відображає ступінь, у якому державна влада функціонує з метою особистої вигоди, у тому числі дрібних і великих форм корупції, а також захоплення держави з боку еліт і приватних інтересів [9]. За розрахунковим показником країни оцінюються в одиницях стандартного нормального розподілу, тобто приблизно від -2,5 до 2,5. За ним також вимірюється сила і ефективність політики країни та інституціональних меж для запобігання і боротьби з корупцією.

Демократія — політичний режим, за якого єдиним легітимним джерелом влади в державі визнається її народ. При цьому управління державою здійснюється народом безпосередньо (пряма демократія), або опосередковано через обраних представників (представницька демократія) [10]. Іноді демократію визначають також як набір ідей і принципів, що стосуються свободи, власне вона і являє собою інституціональну свободу. У формулюванні 16-го президента США Авраама Лінкольна демократія — урядування «іменем народу, силами народу і для народу».

Рівень міграції — якісний показник рівня міграції у країні, що набуватиме одного з трьох значень: переважної імміграції, переважної еміграції, приблизно однакових їх значень.

Військовий бюджет (або військові витрати), відомий також як оборонний бюджет, є обсягом фінансових ресурсів, що виділяються країною для росту і підтримання збройних сил, необхідних для оборонних цілей. Військові бюджети часто відображають, наскільки високою суб'єкт вважає ймовірність загрози для нього, або міру агресії, яку він може проявити. Розмір бюджету також відображає здатність країни фінансувати військові дії.

Оцінку природної ренти ресурсів розраховують як різницю між ціною ресурсного товару і середньою вартістю його придбання. Цього досягають через оцінку світових цін одиниць конкретних товарів і віднімання оцінки середніх питомих витрат на виробництво (промислових витрат). Ці одиниці множать на фактичну кількість товару, що країна виробляє, щоб визначити ціну кожного товару як частки ВВП.

Необхідно формалізувати та, у разі потреби, дискретизувати всі обрані змінні. Спочатку визначимо можливі значення результуючих змінних.

1. Внутрішній конфлікт = {наявність; відсутність}.

2. Зовнішній конфлікт = {наявність; відсутність}.

Потім формалізуємо вихідні параметри.

1. Індекс людського розвитку поділимо на категорії відповідно до таких числових значень коефіцієнта:

- дуже високого (0,8 – 1);
- високого (0,7 – 0,8);
- середнього (0,55 – 0,7);
- низького (0 – 0,55).

2. Рівень інфляції визначається у відсотках відносно попереднього року і може мати як від’ємні значення (дефляція), так і додатні (інфляція) значення відповідно. Залежно від числового значення коефіцієнта використано таку шкалу:

- інфляції немає (< 0);
- низький рівень (0 – 5%);
- середній рівень (5% – 10%);
- високий рівень ($> 10\%$).

3. Індекс контролю корупції набуває значень у проміжку [-2,5; 2,5]. Відповідно до статичних даних параметр набуватиме одного з таких значень:

- дуже низького (< -1);
- незадовільного (-1 – 0);
- задовільного (0 – 1,5);
- високого ($> 1,5$).

4. Змінна «демократія» набуватиме одного з таких лінгвістичних значень:

- відсутня;
- гібридний режим;
- перехідний період;
- повна демократія.

5. Наявність поточного конфлікту — бінарна змінна, що дорівнюватиме 1 за наявності конфлікту та 0 за його відсутності.

6. Рівень міграції включає як показник відтоку людей з країни, так і показник притоку. Можливі такі його значення:

- переважна імміграція (більше населення вибуває, ніж прибуває);
- переважна еміграція (більше населення прибуває, ніж вибуває);
- приблизно однакові.

7. Показник військових витрат розраховується у доларах США або відсотках від ВВП. Пропонуються такі значення змінної на основі статистичних даних:

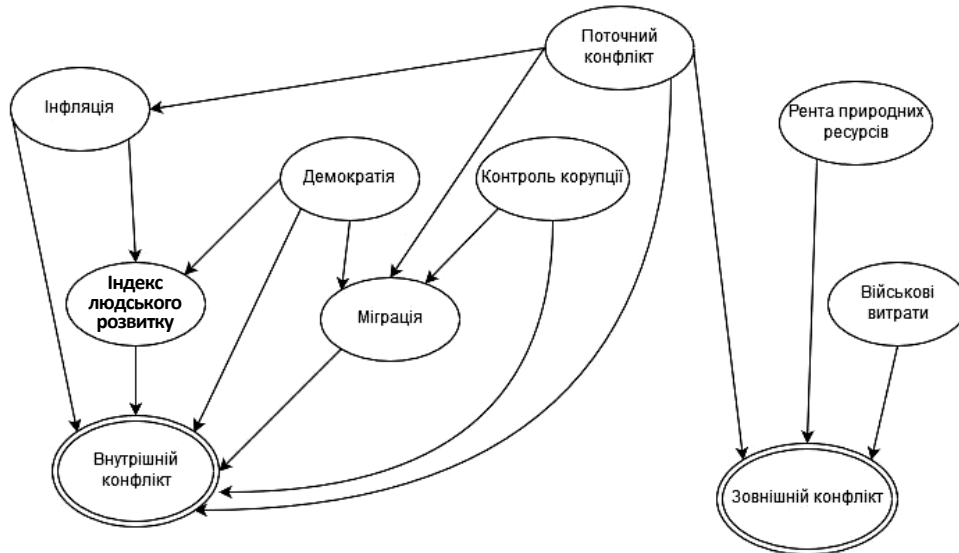
- додатне (збільшення частки військових витрат);
- від’ємне (зменшення частки військових витрат);
- стабільне.

8. Рента природних ресурсів показує рівень видобування та продажу корисних копалин. Як відомо, значення цього показника напряму впливає на ймовірність зовнішніх конфліктів. Можливі такі значення змінної:

- дуже високе ($> 20\%$);
- високе (10 – 20%);

- середнє (5 – 10%);
- низьке (0 – 5%).

Установлено взаємозв'язки між параметрами. Граф зв'язків зображено на рисунку.



Модель зв'язків між змінними мережі

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для моделювання мереж Байєса створено множину бібліотек різними мовами програмування. У цьому дослідженні використано бібліотеку SMILE та графічний інтерфейс GeNIe. Статистичні дані для формування вибірки даних взято з відкритих джерел. Вибірка складається з даних про 51 країну з різними показниками обраних параметрів моделі.

Для навчання параметрів мережі використано такі алгоритми:

- Estimated Posterior Importance Sampling (EPIS);
- Adaptive Importance Sampling (AIS).

Аналіз чутливості досліджуваних мереж дає змогу виявити такі найбільш чутливі змінні мережі, як демократія, контроль корупції, рента природних ресурсів. Такий результат зберігається від мережі до мережі і означає, що навіть невеликі зміни у цих вузлах істотно впливають на остаточний результат (внутрішній або зовнішній конфлікт).

Проаналізуємо результати, отримані під час моделювання, для цільового параметра «зовнішній конфлікт».

Із результатів першого експерименту видно, що за умови зростання державних витрат на військову сферу ймовірність зовнішнього конфлікту підвищується лише за наявності поточного військового конфлікту та низького або високого значення ренти природних ресурсів. Це зумовлюється тим, що модель не розрізняє зовнішні конфлікти за типом (країна, що нападає, чи країна, що захищається). Виходячи з цього, отримані результати показують, що з імовірністю дещо вищою за 50% зовнішні конфлікти країн,

які вже беруть участь у зовнішньому конфлікті, будуть продовжуватися і надалі, причому логічно припустити, що країни з низькою рентою природних ресурсів в цьому випадку — це країни, що нападають, а з високою — що захищаються.

За умови спадних витрат на військову сферу ймовірність зовнішнього конфлікту коливається в межах 50% за умови низької та середньої ренти природних ресурсів. Це пояснюється тим, що зменшення військових витрат порівняно з попередніми роками збільшує ймовірність завершення існуючих конфліктів через нестачу фінансування військових дій; це зменшує ймовірність початку нових конфліктів з боку агресора проте збільшує ймовірність стати жертвою конфлікту.

У разі збереження сталого рівня витрат на військову сферу високою (80%) є ймовірність зовнішнього конфлікту за умови низької ренти природних ресурсів та наявності поточного конфлікту — фактично продовження існуючого конфлікту (для захоплення природних ресурсів) на поточному рівні. За інших умов, навіть за попередньої наявності конфлікту, зовнішній конфлікт малоімовірний.

На підставі результатів другого експерименту (після видалення з мережі найменш впливових зв'язків) можна зробити такі висновки. Із таблиць умовних ймовірностей змінної «зовнішній конфлікт» видно, що, на відміну від попередньої моделі, за умови зростання державних витрат на військову сферу ймовірність виникнення зовнішнього конфлікту підвищується до 67% за високого значення ренти природних ресурсів, причому це значення зберігається як за наявності поточного конфлікту, так і його відсутності. За низької ренти природних ресурсів та відсутності конфлікту ймовірність зовнішнього конфлікту зростає до 48%. Отже, ймовірність наявності зовнішнього конфлікту за другою моделлю вища за умови високої ренти природних ресурсів і не залежить від наявності чи відсутності поточного конфлікту. Такі результати вважаємо більш достовірними ніж отримані за попередньою моделлю.

У разі збереження сталого рівня витрат на військову сферу високою (75%) є ймовірність виникнення зовнішнього конфлікту за умови низької ренти природних ресурсів та, на відміну від попередньої моделі, відсутності поточного конфлікту.

У зв'язку з кардинальною розбіжністю результатів першого та другого експериментів відносно змінної «поточний конфлікт» за схожих результатів відносно інших змінних для подальших експериментів цей вузол вирішено видалити з мережі.

За результатами третього експерименту, за умови зростання державних витрат на військову сферу та середньої ренти природних ресурсів, ймовірність зовнішнього конфлікту майже повністю відсутня (<1%). Це пояснюється відсутністю необхідності отримувати природні ресурси з інших країн. Водночас нарощування та підтримання військової сили гарантує захист від нападу на країну ззовні. Відсутність демократії за низької ренти природних ресурсів також показує низьку (10%) ймовірність зовнішнього конфлікту навіть у разі збільшення витрат на військову сферу. Для перехідної та повної демократії цей показник підвищується до 33% і 38% відповідно, а ймовірність зовнішнього конфлікту за гібридною демократією підвищується до 84%.

За високої ренти природних ресурсів імовірність зовнішнього конфлікту становить високі значення (67%) для будь-якого типу демократії в країні аналогічно до попереднього експерименту.

За спадних військових витрат імовірність зовнішнього конфлікту майже відсутня за умови високої та дуже високої ренти природних ресурсів (99% і 89% — імовірність відсутності конфлікту відповідно). Ситуація для середньої ренти природних ресурсів однак значно відрізняється за зростаючих та спадних витрат на військову сферу. За спадання військових витрат імовірність зовнішнього конфлікту підвищується до 87% за відсутності демократії: спадаючи до 49% за перехідної та повної демократії та 12% за гібридної, оскільки відсутність якісного підтримання військової сфери робить країну вразливою перед нападниками. Відсутність демократії підвищує цю ймовірність, що дозволить назвати воєнні дії «миротворчими» або визнати такими, що допомагають населенню протидіяти існуючому режиму.

За стабільних військових витрат імовірність зовнішнього конфлікту дуже низька для середньої, високої та дуже високої ренти природних ресурсів. Лише за низької ренти в разі неповних різновидів демократії ймовірність зовнішнього конфлікту коливається від 50% для відсутньої або гібридної до 88% для перехідної.

Отже, з отриманих під час проведення трьох експериментів таблиць умовних імовірностей для змінної «зовнішній конфлікт» можна зробити такі висновки:

- Середня рента природних ресурсів сама по собі мало впливає на ймовірність зовнішнього конфлікту, але ця ймовірність тим більша, чим менше грошей держава витрачає на підтримання та покращення у військовій сфері, і тим менша, ніж більш просунута форма демократії, наявна у певній країні.
- Збільшення військових витрат у країнах з низьким рівнем ренти ресурсів та перехідною або повною формою демократії підвищує ймовірність зовнішніх конфліктів (більш імовірно зі сторони агресора) і досягає свого максимуму за гібридної демократії.
- Стабільні військові витрати зазвичай означають стабільність країни відносно військових конфліктів: підтримку існуючих та відсутність нових.

Розглянемо результати, отримані відносно змінної «внутрішній конфлікт». Для цього проведено три аналогічні до попередніх експерименти: з повною моделлю, після видалення найменш важливих зв'язків і після видалення вершини «поточний конфлікт».

Через надвелику кількість вхідних зв'язків змінної «внутрішній конфлікт» у першому експерименті повна таблиця умовних ймовірностей не наводилася. Однак можна зробити такі висновки.

По-перше, низький або дуже низький рівень контролю корупції у поєднанні з не дуже високим рівнем індексу людського розвитку (ІЛР) та низьким рівнем демократії дає майже 90%-ву ймовірність внутрішнього конфлікту. Це легко пояснюється невдоволеністю мешканців країни рівнем життя. По-друге, спостерігається низька ймовірність виникнення конфлікту за перехідного та повного показників демократії, а також — високого та дуже високого рівнів ІЛР у поєднанні з низькою інфляцією та високим рівнем контролю корупції. Переважна імміграція у країну збільшує ймовірність

виникнення внутрішнього конфлікту навіть за високих показників рівня життя та демократії. Причиною цього є як невдоволеність корінних мешканців засиллям мігрантів, так і спроби мігрантів встановити свій лад у країні, до якої вони мігрували, а також ведення нечесного життя.

З огляду на подані у другому експерименті дані висока ймовірність внутрішнього конфлікту за низького або середнього значення ІЛР призводить до переважної еміграції з країни і становить близько 83% для низького рівня ІЛР та 50% для середнього. За високого та дуже високого значень ІЛР відповідно до другої моделі ймовірність внутрішнього конфлікту майже відсутня, незначно зростаючи (33%) за високого ІЛР та переважної еміграції з країни (яка, зазвичай, пов'язана з низьким рівнем демократії та високим рівнем контролю корупції).

Третій експеримент показав, що ймовірність внутрішнього конфлікту за переважної імміграції дуже низька (17% і 4%) за високого та дуже високого значень ІЛР. За низького та середнього значень цього показника та переважної імміграції ймовірність внутрішнього конфлікту збільшується (на 25% і 50%). У разі переважної еміграції з країни ймовірність внутрішнього конфлікту також зменшується зі збільшенням значення ІЛР: від 79% за низького ІЛР до 25% за дуже високого. За приблизно однакових рівнів імміграції та еміграції у країні, що досліджується, ймовірність виникнення конфлікту, навпаки, збільшується зі збільшенням рівнів ІЛР: від 12% за низького до 75% за високого рівня з падінням ймовірності до 30% за дуже високого ІЛР. Це пояснюється тим, що саме у країнах з високим рівнем ІЛР найбільше невдоволення викликають потоки мігрантів. Такі країни вже стали привабливими для мігрантів з гірших (за ІЛР) країн, але, на відміну від країн з дуже високим ІЛР, ще недостатньо окріпли для того, щоб витрати ресурсів країни на мігрантів не впливали на рівень життя корінних мешканців.

Отже, з отриманих під час проведення усіх трьох експериментів таблиць умовних ймовірностей для змінної «внутрішній конфлікт» можна зробити такі висновки:

- високий рівень контролю корупції зменшує ймовірність внутрішнього конфлікту у країні;
- низький або дуже низький рівень контролю корупції у поєднанні з не дуже високим рівнем ІЛР та низьким рівнем демократії має майже 90%-ву ймовірність внутрішнього конфлікту;
- ймовірність виникнення конфлікту за перехідного та повного показників демократії, а також високого та дуже високого рівнів ІЛР у поєднанні з низькою інфляцією та високим рівнем контролю корупції майже дорівнює нулю;
- переважна імміграція у країну збільшує ймовірність виникнення внутрішнього конфлікту навіть за високих показників рівня життя та демократії, особливо за середньої та високої інфляції.

Виконано також прогнозування конфліктів для України на основі побудованої моделі. Прогнозована ймовірність внутрішнього конфлікту становить 49%; ймовірність зовнішнього — 63%. Така низька ймовірність зовнішнього конфлікту (низька, оскільки реально ймовірність зовнішнього конфлікту в Україні дорівнює одиниці) пояснюється тим, що в контексті розробленої моделі нинішній конфлікт пояснюється слабко, оскільки він

слабко пов'язаний як з рентою природних ресурсів, так і з рівнем демократії або військових витрат.

Наступні експерименти спрямовано на пошук взаємозв'язків у вибірці даних за допомогою алгоритмів «вивчення структури», що дозволяє генерувати ймовірнісну модель у формі мережі Байєса з вибірки статистичних даних.

У першому експерименті використовувався байєсовий пошук. Виявлено, що найбільш пов'язаними є дані за такими змінними, як «контроль корупції», «ІЛР», «демократія» і «міграція».

Змінна «контроль корупції» виявилась параметром впливу відносно інших трьох інших змінних. З отриманих таблиць умовних ймовірностей випливає:

- підвищення рівня контролю корупції сприяє підвищенню ІЛР;
- підвищення рівня контролю корупції означає перехід до вищої форми демократії;
- низький та дуже низький рівні контролю корупції зумовлюють переважну еміграцію з країни, тоді як високий рівень — переважну імміграцію у країну.

У другому експерименті отримано ще один результат генерування мережі. Отриманий граф містить підграф, отриманий у попередньому експерименті. На відміну від попереднього методу у генерованій мережі були також наявні змінні «індекс людського розвитку» та «внутрішній конфлікт». Інфляція за такою моделлю впливає на ймовірність внутрішнього конфлікту безпосередньо, тоді як міграція та демократія — опосередковано через змінну «індекс людського розвитку». Відповідно до таблиць умовних ймовірностей вузла «внутрішній конфлікт» за високого та дуже високого показників ІЛР ймовірність внутрішнього конфлікту підвищується лише за низького та середнього рівнів контролю корупції і становить близько 50%. За низького та середнього показників ІЛР ймовірність внутрішнього конфлікту коливається від 30% до 52%, падаючи до 10% за відсутності інфляції.

За цією моделлю отримано такий прогноз для України: ймовірність внутрішнього конфлікту становить 48%.

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто проблему моделювання військових конфліктів, визначення та формалізації параметрів моделі. Результатом роботи стала побудована модель військового конфлікту у формі мережі Байєса. Модель навчено на сформованій з реальних статистичних даних вибірки, виконано серію обчислювальних експериментів та проаналізовано отримані результати.

За побудованою моделлю оцінено ймовірність внутрішнього конфлікту в Україні у 48%, що цілком відповідає реальності. Ймовірність зовнішнього конфлікту оцінено у 63%. Оскільки реально ймовірність зовнішнього конфлікту в Україні дорівнює одиниці, цей прогноз не є точним. Це зумовлено тим, що в контексті розробленої моделі нинішній конфлікт пояснюється слабко, оскільки він слабко пов'язаний як з рентою природних ресурсів, так і з рівнем демократії або рівнем реальних військових витрат України.

Отже, модель можна вважати адекватною та придатною для практичного використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Богатирьов Е.Я.* Аналіз методів військово-політичного прогнозування / Е.Я. Богатирьов, Ю.Д. Макієв, В.П. Малішев // Стратегія громадянського захисту: проблеми та дослідження. — 2013. — Т. 3. — №2(5).
2. *Абаєв Л.Ч.* Моделювання криз і конфліктів у міжнародних відносинах: досвід практичного застосування / Л.Ч. Абаєв // Проблеми національної стратегії. — 2012. — № 1. — С. 57–72.
3. *Рома О.М.* Спосіб формалізації конфлікту та його системне моделювання / О.М. Рома, В.Б. Толубко, С.В. Ленков // Ukrainian Information Security Research Journal. — 2009. — Т. 11. — № 3(44).
4. *Адаменко А.А.* Методика формування множини факторів воєнного конфлікту та системи взаємозв'язків між ними / А.А. Адаменко // Наука і техніка повітряних збройних сил України. — 2011. — № 1. — С. 141–145.
5. *Beck N.* Improving Quantitative Studies of International Conflict: A Conjecture / N. Beck, G. King, Z. Langche // American Political science review. — 2000. — Vol. 94. — N 1. — P. 21–35.
6. *Marwala T.* Modelling and Controlling Interstate Conflict, Budapest / T. Marwala, M. Lagazio // Hungary: IEEE International Joint Conference on Neural networks. — 2004. — P. 1–6.
7. *The Human Development concept* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://hdr.undp.org/en/humandev/>
8. *Словник української мови: в 11 т.* / АН УРСР, Ін-т мовознавства; за ред. І.К. Білодіда. — Т. 4. — К.: Наук. думка, 1973. — С. 42.
9. *Lambsdorff J.* How Corruption Affects Persistent Capital Flows / J. Lambsdorff // Economics of Governance. — 2003. — Vol. 4. — P. 229–243.
10. *Етимологічний словник української мови: в 7 т.* / АН УРСР, Ін-т мовознавства ім. О.О. Потебні; ред. кол.: О.С. Мельничук, І.К. Білодід, В.Т. Коломієць, О.Б. Ткаченко. — Т. 2. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 31.

Надійшла 26.12.2017