

## **НЕКЛАСИЧНІ ЛОГІКИ: НЕВІДКЛАДНА ДОПОМОГА СУЧАСНІЙ НАУЦІ**

Вінницький національний технічний університет

Анотація: Некласичні логіки істотно розширили традиційну сферу використання логічних методів. Першою гучно заявила про себе тризначна логіка Я. Лукасевича. Слідом з'явилися тризначна логіка А. Бочвара, «квантові логіки» Г. Рейхенбаха та П. Детуш-Февріє, нескінченнозначні, імовірнісні та інші логіки. Можливості неklasичних логік широко використовуються у різних галузях наукового знання. Багатозначна, нечітка, інтуїціоністська, модальна, релевантна та паранесуперечлива, тимчасова та інші неklasичні логіки знаходять сьогодні широке застосування у фізиці, обчислювальній математиці, інформатиці, лінгвістиці, юриспруденції, етиці та інших галузях природничо-соціогуманітаристиці. Зростаючий останнім часом інтерес до неklasичних логік пояснюється, перш за все, тим, що на зміну різним філософським, синтаксичним, семантичним і металогічним проблемам, що раніше обговорювалися в науковій спільноті, на перший план виходять практичні інтереси.

Ключові слова: багатозначна логіка, наука, неklasична логіка, нечітка логіка, параконсистентна логіка, практика, релевантна логіка, тризначна логіка, логіка доповнюваності, імовірнісна логіка

Abstract:

Non-classical logicians have significantly expanded the traditional field of using logical methods. The first of them was the three-digit logic of Y. Lukasevich. Next came the three-digit logic of A. Bochvar, the "quantum logics" of G. Reichenbach and P. Detush-Fevrier, infinite-valued, probabilistic and other logics. The possibilities of non-classical logics have become widely used in various branches of scientific knowledge. Polysemantic, fuzzy, intuitionistic, modal, relevant and paranoherent, temporal and other non-classical logics are widely used today in physics, computational mathematics, computer science, linguistics, jurisprudence, ethics and other fields of natural science and socio-humanitarian knowledge. The recently increased interest in non-classical logics is explained, first of all, by the fact that various philosophical, syntactic, semantic and metalogical problems that were previously discussed in the scientific community are being replaced by practical interests.

Keywords: multi-valued logic, science, non-classical logic, fuzzy logic, paraconsistent logic, practice, relevant logic, three-valued logic, additionality logic, probabilistic logic

### **ВСТУП**

Неklasичні логіки, які у своїй сукупності є альтернативою класичній логіці, яка цілком справедливо досі вважається взірцем міркувань у математиці та інших науках, а й у повсякденній практиці, істотно розширили традиційну область використання логічних методів. В даний час логік такого роду "не просто нескінченно багато, їх континуально багато" [3].

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Добре відомо, що першою багатозначною (і в цьому сенсі – неklasичною) логікою, була розроблена Я. Лукасевичем тризначна логіка, за якою з'явилися тризначна логіка А. Бочвара, «квантові логіки» Г. Рейхенбаха та П. Детуш-Февріє, n-значна логіка Е. Посту, нескінченнозначні, імовірнісні та інші системи логіки.

Багатозначна і нечітка, інтуїціоністська і модальна, релевантна і паранесуперечлива, та інші різновиди неklasичної логіки знаходять сьогодні широке застосування у фізиці, обчислювальній математиці, інформатиці, лінгвістиці, юриспруденції, етиці та інших галузях природознавства.

Однією з перших наук (не враховуючи власне логіку), де успішно використовується такий різновид неklasичної логіки як багатозначна логіка виявилася фізика. Саме тут для розв'язання проблем опису стану невизначеності у фізиці мікросвіту Г. Біркгофом та Дж. Фон Нейманом було створено тризначну квантову логіку [6]. У зв'язку з тим, що в ній не дотримувалися закони класичної логіки : закон дистрибутивності, зокрема. Але за допомогою апарату квантової логіки виявилось можливим описати ситуацію невизначеності дифракції електрона, що проходить через дві щілини екрана, в експерименті Т. Юнга [7]. Дещо пізніше з'явилися й інші логічні системи багатозначної логіки, основною метою яких було мінімізувати мовні проблеми, що виникають у процесі вивчення та опису явищ мікросвіту. І хоча кожна з них мала свої особливості, свої способи обґрунтування та свої плюси та мінуси, всі вони стали називатися «квантовими логіками» або «логіками мікросвіту». Найбільш вдалою з усіх таких логік виявилася тризначна логіка Г. Райхенбаха [8], за допомогою апарату якої стало можливим впоратися з проблемами, що виникають при описі квантових явищ станів невизначеності її «причинних аномалій», що виявляють себе у фізиці.

Говорячи про можливість використання у фізиці логіки Г. Райхенбаха, слід зазначити ще одну важливу обставину, яка була пов'язана з введенням в її апарат принципу додатковості для висловлювань. Суть цього принципу, що частково відповідав принципу додатковості М. Бора, зводилася до того, що якщо для двох висловлювань виконувались умови, коли з істинності (хибності) будь-якого з них випливала невизначеність істинності другого, то кожне з них було необхідно вважати додатковим до іншого. Для таких висловлювань у логіці Р. Райхенбаха умова додатковості була симетричною: якщо перше їх доповнювало друге, те й друге доповнювало перше. З його точки зору, це ставлення можна було поширити на будь-яку кількість висловлювань, у випадках, коли істинність чи хибність одного з них тягне за собою невизначеність усіх інших.

У XXI столітті очевидні переваги тризначної логіки над двозначною у реальних обчисленнях (порівняння двох чисел у тризначній логіці виконується за один крок, а у двозначній – за два) виявилися затребуваними. А дослідження та розробка різних алгоритмів на основі тризначних, чотиризначних та інших багатозначних логік, що існують сьогодні, стали актуальними в таких галузях як медицина та біоніка, телекомунікація, штучний інтелект та моделювання нейронних мереж, обчислювальна техніка та проектування автоматів, у вирішенні завдань верифікації продукційних баз знань і т. д. Розширення сфери застосування багатозначних логік багато в чому пов'язане з тим, що вони дозволяють використовувати лінгвістичні, тобто якісні змінні замість кількісних. Це дає можливість поєднати кількісні та якісні показники в одній моделі і тим самим суттєво спростити складні ймовірнісні схеми оцінки надійності. Що, у свою чергу, відкриває шляхи для максимально повного дослідження моделі, яке виявляється особливо ефективним у ситуаціях, коли немає можливості кількісно оцінити вплив того чи іншого фактора на процес; використання якісних змінних дає додаткові можливості щодо оцінки досліджуваних факторів»

Всі системи імовірнісної логіки, що характеризуються тим, що кожне з висловлювань у них може мати те чи інше дійсне значення від 1 (істина) до 0 (хиба), мають своїм фундаментом теорію математичної ймовірності, що дозволяє дати об'єктивну оцінку можливості виникнення будь-якого

конкретного події в тих чи інших умовах, що багаторазово повторюються. Досить часто ця оцінка розраховується за формулою  $P(A) = r/s$ , де  $P(A)$  – подія  $A$ ,  $r$  – число сприятливих варіантів для  $A$ , а  $s$  – загальна кількість усіх рівноможливих варіантів. При киданні двох гральних кісток, наприклад, є 36 можливих варіантів. Враховуючи, що кількість варіантів, випадіння, наприклад, числа 6 дорівнює 5 (1 і 5, 2 і 4, 3 і 3, 4 і 2, 5 і 1), отримуємо, що в цьому випадку  $P(A) = 5/36$ . Крім власне логіки апарат імовірнісних логік знаходить своє застосування в теорії ігор та теорії аргументації, у статистиці та психології, в біоінформатиці, у розпізнаванні образів та в штучному інтелекті, а також у вивченні масових випадкових явищ, що відбуваються в природі та соціумі.

Серед логічних теорій з очевидним прикладним ефектом найбільший інтерес нині викликає «ідейно близька» багатозначної логіки «нечітка логіка» («fuzzy logic»), яка дозволила здійснити «перенесення операцій із ймовірнісними законами квантового світу у світ логічних міркувань» [1]. Ця логіка, що дозволяє давати приблизні істинні оцінки, заснована на теорії нечітких множин. Нечіткозначна, як її ще називають, логіка є основою міркувань, у яких використовуються невизначені точно чи кількісно поняття. Вона призначена, насамперед, для аналізу систем, у яких мають місце людські міркування та «розмиті» поняття. Якщо ця логіка нині активно використовується як основа автоматизації складних технологічних процесів, то так звана «динамічна логіка», яка виростала «з історико-філософського інтересу до логіки часу», використовується «сьогодні задля забезпечення процедур синтезу та верифікації програм». А такі неklasичні логіки як логіка норм чи деонтична логіка, логіка оцінок чи аксіологічна логіка, логіка питань, яку також називають еротичною, логіка знань чи епістемічна логіка, логіка думок чи доксатична логіка успішно застосовуються у логічних дослідженнях природної мови та гуманітарного знання.

Зокрема, названа вище деонтична логіка успішно використовується у моделюванні процесів прийняття рішення суб'єктом у тій чи іншій ситуації, спираючись на його базові ціннісні установки, які використовуються як аксіоми, що додаються до прийнятої ним моделі світу. Розуміння логічних характеристик норм виявляється необхідним при вирішенні питань «про місце та роль норм у науковому та іншому знанні, про взаємні зв'язки норм та оцінок, норм та описових висловлювань тощо». [2]. Не менш широкий спектр застосування у сучасному науковому пізнанні мають також і логіки, які називають паранесуперечливими. Вони активно використовуються у природничих, соціогуманітарних і технічних науках, а й «в імовірнісних і індуктивних міркуваннях, теорії нечітких понять, в деонтичній логіці (моральні дилеми), в доксатичній логіці (системи полагання)» [4].

## ВИСНОВКИ

Висока результативність неklasичних логік була показана в працях з виявлення причин мовних протиріч, логічних та семантичних антиномій, що виникають у науковому пізнанні, а також при вирішенні завдань мінімізації шкоди, яка може бути завдана суперечливою інформацією, що надходить до інформаційно-пошукових систем. Таким чином, неklasичні логіки значно прискорили прогрес емпіричної науки та оптимізували методологію науки в сучасному світі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. AI Development and the 'Fuzzy logic' of Chinese Cyber Security and Data Laws/ Max Parasol / Cambridge University Press. 2023/ - P. 403
2. A First Course in Fuzzy Logic / Hung T. Nguyen, Carol Walker, Elbert A. Walker / CRC Press /London, New York/ 2022/ P. 430
3. Zadeh's Fuzzy Logic in Artificial Intelligence: Understanding the Logic of Artificial Intelligence by Vincent Obasi Independently published . 2022/ P. 93
4. Fuzzy Logic 2. How to Keep Thinking Like a Veterinarian / J. Aaron Gruben DVM / Post Tenebras Lux Books, LLC. 2022 / P. 206

5. Fuzzy Logic and Soft Computing Dedicated to the Centenary of the Birth of Lotfi A. Zadeh  
Ioan Dzitac, Sorin Nadaban / Mdpi AG. 2022 / P/232
6. G. Birkhoff and J. von Neumann: 'The logic of quantum mechanics' Annals of Mathematics 37  
(1936), 823–843

**Головащенко Ірина Олегівна** – доцент кафедри філософії та гуманітарних наук,  
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : irolho@gmail.com

**Holovashenko Iryna** – PhD of Philosophy Sciences, Associated professor of the Department of  
Philosophy and Humanity Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email :  
irolho@gmail.com