

ТЕОРЕТИЧНА ЕПІДЕМІОЛОГІЯ: АНАЛІЗ СИСТЕМ І МОДЕЛЮВАННЯ

*Н. Меженська, кандидат ветеринарних наук, доцент
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
natamezh@i.ua*

Встановлено, що системний аналіз і моделювання широко використовуються у ветеринарії з 70-х років минулого століття. Доцільно використовувати символічні та симуляційні типи моделей, що дозволяє логічно і послідовно підходити до проблеми прийняття рішень щодо планування та прогнозування розвитку епідемічної / епізоотичної ситуації та / або ефективності заходів щодо контролю за хворобою.

Ключові слова: епідеміологія, епізоотологія, система, модель, системний аналіз, моделювання

В даний час інформація, що стосується особливостей інфекційних захворювань тварин, численні дані епізоотологічних досліджень повною мірою не систематизовані, залишаються розрізненими і не використовуються належним чином для моделювання процесів можливого поширення інфекцій. Нинішня епізоотична ситуація вимагає подальшого вдосконалення наявних методів збору і обробки даних про особливості та зміни епізоотичної ситуації і даних про інфекційні захворювання на певних територіях з використанням сучасних інформаційно-аналітичних технологій [2].

Епідеміологія (і епізоотологія, як її складова частина) – це наука про популяційні взаємодії та ефекти, які, як правило, не виявляються за індивідуальних і / або поодиноких спостережень, а пов'язані з обробкою даних масиву (популяції) [1].

Епідеміологія / епізоотологія вивчає причини, динаміку і поширення хвороби в популяції (в природному місці її існування / знаходження), що дозволяє ідентифікувати фактори, що впливають на прояв і тяжкість перебігу її хвороби, яка нас цікавить щодо кількісного співвідношення «хворі – здорові».

В залежності від методів, які застосовуються за виконання поставлених завдань, епідеміологія / епізоотологія поділяється на: описову, аналітичну експериментальну та теоретичну.

Теоретична епідеміологія / епізоотологія вирішує питання: «Що відбувається? і Як вчинити?» методами планування та прогнозування розвитку епідемічної / епізоотичної ситуації та / або ефективності заходів щодо контролю за хворобою.

Перспективним інструментом вивчення, аналізу і прогнозу функціонування різних екосистем та їх окремих елементів є методологія системного аналізу.

Методологія системного аналізу повинна прийти на зміну класичній методології монофакторного дослідження. Саме системні методи дослідження відповідають суті загальної екології як науки про виключно складну, глобальну, ієрархічно організовану систему, яка функціонує за нелінійними законами, на фоні сильного зовнішнього впливу імовірного характеру. Системний підхід вимагає розглядати будь-яку екосистему як системно-диференційований об'єкт пізнання, що відрізняється своєю образною взаємодією рівнів організації.

З іншого боку, використання системного підходу передбачає вивчення природних екосистем як цілісної системи, з вирішенням таких завдань, як вивчення елементів, що складають його основу, з'ясування структури і визначення його ієрархії (*структурний аналіз*); виявлення функціональних зв'язків між усіма компонентами системи і механізмів підтримки його цілісності і стабільності (*функціональний аналіз*).

В даний час на території різних адміністративних одиниць України проводиться безліч розрізнених екологічних, паразитологічних, епізоотологічних досліджень, спрямованих на виявлення складних екологічних, популяційних проблем, пов'язаних із збереженням здоров'я тварин. Разом з тим, на жаль, аналітичних комплексних робіт з узагальнення таких різноманітних даних як регіональних, так і в масштабах України, практично немає.

Створення цілісної картини структури конкретних екосистем і пізнання особливостей функціонування та регуляції окремих їх компонентів і всієї системи в цілому дозволить створювати короткострокові і довгострокові прогностичні аналізи і моделі, які дадуть в руки людини важіль для впливу на такі екосистеми. Оскільки хвороба сама по собі це лише один з елементів системи, та з рівною увагою слід розглядати як взаємодію факторів, що сприяють виникненню і розвитку хвороби, так і наслідки заходів з контролю за захворюванням.

Тому, прийшов час ширше застосовувати комплексний системний підхід до аналізу існуючих розрізнених даних щодо хвороб тварин. Повною мірою це завдання стосується планування та прогнозування розвитку епідемічної / епізоотичної ситуації та / або ефективності заходів щодо контролю за хворобою.

Мета досліджень – аналіз термінології, типів, концепції побудови моделей та їх ролі в системі забезпечення епізоотичного благополуччя країни.

Матеріал і методика дослідження. В процесі роботи використовували матеріали “Курсу базової ветеринарної епідеміології та аналізу ризиків Міністерства сільськогосподарства США” (*USDA*), в тому числі епідеміології та охорони здоров'я тварин (*CEAH*), інспекторської служби охорони тварин та рослин (*APHIS*), ветеринарної служби у співпраці з Колабораторським центром МEB з інформаційних систем, аналізу ризиків та епідеміологічного моделювання захворювань тварин. Аналіз проводили методами дескриптивної та аналітичної епізоотології.

Результати досліджень. Системний аналіз і моделювання використовуються у ветеринарії з 70-х років минулого століття, а саме для програми з викоренення бруцельозу ВРХ у Великобританії (Hug-Jones at al., 1970 р.) та США (1979 р.) [8], стратегії боротьби зі сказом на Європейському континенті (1980) [6], при моделюванні епізоотій (1977) [9], спалахів екзотичних хвороб в благополучних країнах (1993, 1999pp.) [5] та ін.

Таким чином, система – це група взаємодіючих компонентів, які функціонують разом та реагують на вплив ззовні як єдине ціле, не схильні до впливу власних результуючих (вихідних параметрів), при цьому мають специфічні межі, обумовлені основними шляхами та механізмами зворотного зв'язку. А модель є відображенням реально існуючої системи [1].

В епідеміології / епізоотології використовують символічні та симуляційні типи моделей.

Символічна модель являє собою математичну формулу, яка описує статус змінної на даний конкретний момент часу і дозволяє встановити її зміни та взаємодію. Ці моделі засновані на середніх значеннях (детерміністичні). Моделі даного типу в свою чергу поділяються на *оптимізуючі* (лінійне прогнозування) та *неоптимізуючі* (загальна формула процесу або явища). Так, прикладом використання моделі лінійного прогнозування (варіант оптимізації з використанням математичних методів) є програма контролю та викоренення бруцельозу в Каліфорнії.

Симуляційні моделі відображають динамічні процеси або поведінку систем, що функціонують в часі. Створення подібних моделей вимагає поєднання математичного та логічного апаратів для досягнення максимального епідемічного / епізоотологічного реалізму в самій структурі моделі, а вхідні і вихідні дані повинні бути обрані з числа тих, які безпосередньо пов'язані з функціонуванням системи. В залежності від завдань, симуляційні моделі поділяють на *імовірнісні* та *стохастичні*. Імовірнісні моделі ґрунтуються на теорії ймовірності і, в залежності від поставленої проблеми, бувають детермінованими або стохастичними (моделі біноміальних рядів (Рида-Фроста), ланцюги Маркова). В основу базової моделі Рида-Фроста покладена теорія стадного імунітету, але вона може бути легко перетворена для включення аспектів протиепізоотичних заходів, таких як вакцинація з урахуванням різної тривалості імунного захисту і / або інфекційного періоду. А модель, під час побудови якої використовували ланцюги Маркова, була покладена в основу оральної вакцинації лис проти сказу в Європі.

Стохастичні моделі (моделі продукуючих систем) включають елементи теорії ймовірності, отже, результуюча на вплив ряду змінних залежить від випадковості (рандомізація), що робить модель біологічно правдоподібною. Часто для побудови даної моделі використовується метод Монте-Карло, в основі якого лежить імовірнісний метод відбору проб, що імітує ефект випадковості.

Основні етапи побудови моделі в рамках системного аналізу наведені на рис. 1.

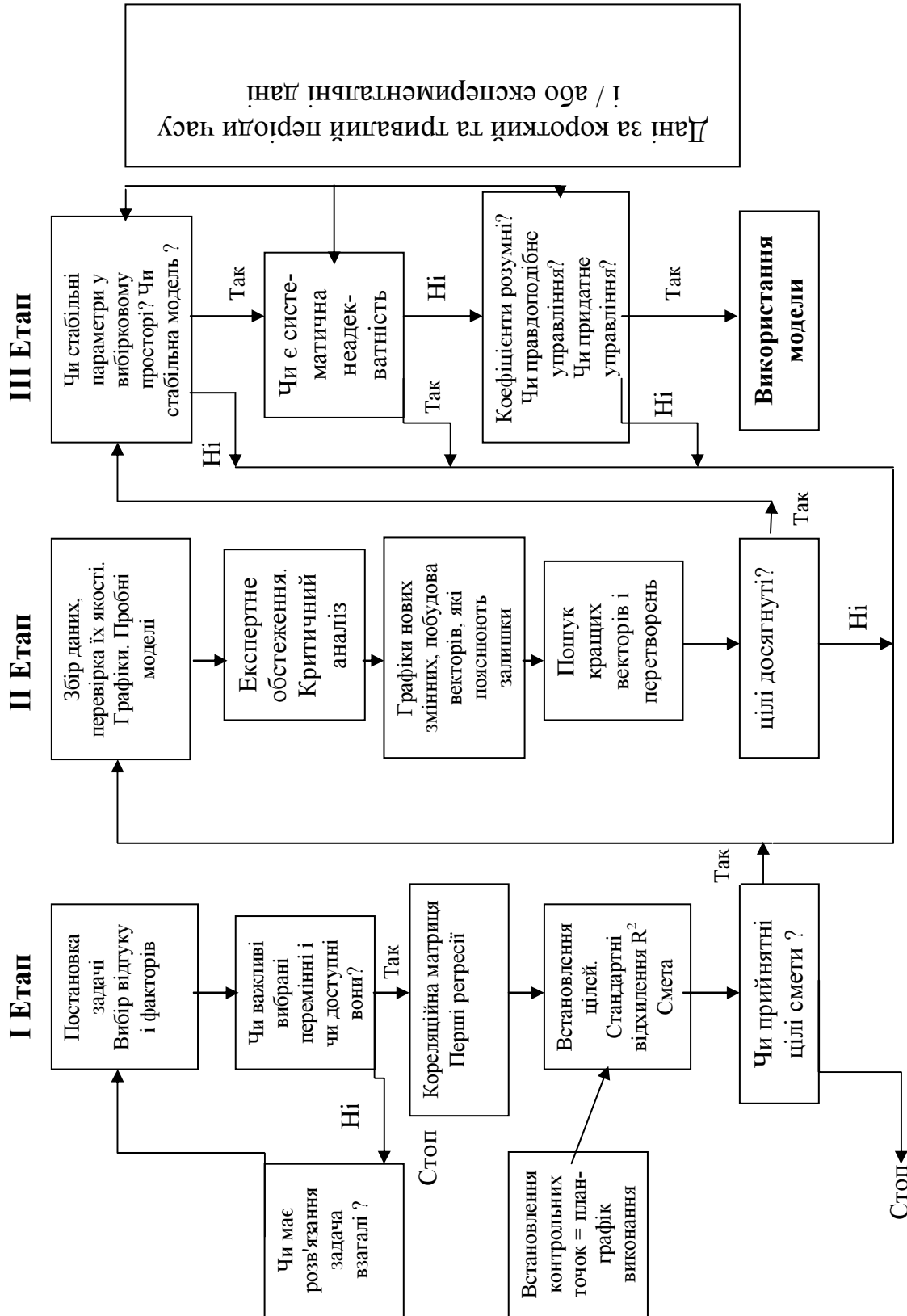


Рис. 1. Етапи побудови моделі в рамках системного аналізу

Аналізуючи рисунок, ми бачимо, що побудову моделі розділено на 3 етапи:

I – планування, постановка задачі та шляхів її вирішення;

II – розробка моделі, що включає збір конкретних для кожної моделі даних і відображає їх в графічній, математичній, стимуляційній формі;

III – підтвердження реальності побудованої моделі, а саме проведення верифікації, валідації та аналізу чутливості.

Верифікація (*пізньолат. verificatio – підтвердження; лат. verus – істинний, facio – роблю*) моделі – підтвердження відповідності кінцевого продукту визначеним еталонним вимогам.

Валідація (англ. *Validation*) – процес, що дозволяє визначити, наскільки точно побудована модель представляє задані параметри реального світу.

Аналіз чутливості (*sensitivity analysis*) – дозволяє оцінити, як змінюються результуючі показники реалізації моделі за різних значеннях заданих змінних, необхідних для контролю за хворобою. Цей вид аналізу дозволяє визначити найбільш критичні змінні, які найбільшою мірою можуть вплинути на здійсненість і ефективність побудованої моделі, а саме: мати уяву на поширення, перебіг або прогнозування хвороби, а також ефективність протиепізоотичних заходів.

Після серії перевірок модель допускається до реалізації поставлених задач. Використання моделі можливо в якості модельного експерименту та / або стратегічного планування. У випадку, коли побудована модель є високо епідеміологічно / епізоотологічно реалістична використовується модельний експеримент. В даному випадку можливо порівняння альтернативних стратегій контролю хвороби. А стратегічне планування є подальшим розвитком модельного експерименту, а саме за отриманим результатом даного експерименту необхідність прийняття рішення та його реалізація на практиці.

Висновки

Використання методів системного аналізу та епідеміологічного моделювання захворювань тварин створює основу для логічного і послідовного підходу до проблеми прийняття рішень щодо планування та прогнозування розвитку епідемічної / епізоотичної ситуації та / або ефективності заходів щодо контролю за хворобою.

Список літератури

1. Дудніков С. А. Количественная эпизоотология: основы прикладной эпидемиологии и биостатистики / С. А. Дудніков. – Владимир : ООО «Демидург» ; 2004. – 460 с.
2. Евстафьев И. Методология системного анализа: теория и практика экологэпизоотологического прогноза / И. Евстафьев // Мониторинг теріофауни (Серія: Праці Теріологічної Школи, випуск 10). – Луганськ, 2010. – С. 6
3. Макаров В. В., Недосеков В. В. Доказательная эпизоотология (evidence based epizootology) / В. В. Макаров, В. В. Недосеков // Ветеринарна біотехнологія. – 2010. – № 17. – С. 143–150.

4. Недосеков В. В., Краснобаев Е. А. Современная эпизоотология: эмерджентные и полимикробные болезни / В. В. Недосеков, Е. А. Краснобаев // Биоресурсы планеты: социальные, биологические, продовольственные и энергетические проблемы: мат. конф. – Киев, 2008. – с 190–197.

5. Труды Федерального центра охраны здоровья животных [Электронный ресурс] // ФГУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГУ ВНИИЗЖ). – Владимир, 2005. – Т 3. – 496 с. – Режим доступа: <http://www.arriah.ru/sites/default/files/private/books/trudy-federalnogo-tsentra-okhrany-zdorovya-zhivotnykh-vladimir/arriahworktom3.pdf>.

6. Macdonald D. W. Rabies and wildlife: a conservation problem? / D. W. Macdonald // Onderstepoort Journal of Veterinary Research – 1993. – № 60. – p. 351–355.

7. Nedosekov V. Infectious animal pathology: problems and prospects / V. Nedosekov // International scientific electronic journal Earth Bioresources and Quality of Life. – 2012. – № 1. – Mode of access: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/14>.

8. The economics of animal health and production [Electronic resource]. – Mode of access: <https://books.google.com.ua/books?id=iCyABkjkRJOc&printsec=frontcover&hl=uk>

9. Thrusfield Michael Veterinary Epidemiology / Michael Thrusfield. – Butterworth-Heinemann Ltd. – 1991. – p. 190. – Mode of access: <https://books.google.com.ua/books?id=IgMIBQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk>

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ: АНАЛИЗ СИСТЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Н. Меженская

Теоретическая эпидемиология / эпизоотология решает вопрос: «Что происходит?» и «Как поступить?» методами планирования и прогнозирования развития эпидемической / эпизоотической ситуации и / или эффективности мер по контролю за болезнью.

Перспективным инструментом изучения, анализа и прогноза функционирования различных экосистем и их отдельных элементов является методология системного анализа.

Системный анализ и моделирование широко используются в ветеринарии с 70-х годов прошлого века. Целесообразно использовать символические и симуляционные типы моделей, это позволяет логически и последовательно подходить к проблеме принятия решений по планированию и прогнозированию развития эпидемической / эпизоотической ситуации и / или эффективности мер контроля за болезнью.

Ключевые слова: эпидемиология, эпизоотология, система, модель, системный анализ, моделирование

THEORETICAL EPIDEMIOLOGY: SYSTEMS ANALYSIS AND MODELING

N. Mezhenska

Theoretical epidemiology / epizootiology decides the question: "What's going on? and What to do? " by methods of planning and forecasting of development of the epidemic / epizootic situations and / or effectiveness of measures to control the disease.

One promising tool of study, analysis and prediction of the functioning of various ecosystems and their elements is methodology of system analysis.

System - is a group of interacting components that operate together and react to outside influence as a whole, are not influenced by of its own resulting (output parameters), with specific features, caused by the major pathways and feedback mechanisms. A model is a realistic reflection of the current system.

System analysis and modeling are widely used in veterinary medicine from the 70s of last century. It is expedient to use symbolic simulation types and modelsthat allows logical and consistent approach to the problem of making decisions on planning and forecasting of development of the epidemic / epizootic situations and / or effectiveness of measures to control the disease.

Key words: epidemiology, epizootology, system, model, system analysis, simulation

УДК 619:616-072:579.83/.88:615.383

БІОСЕНСОРНА ТЕСТ-СИСТЕМА ДЛЯ ДЕТЕКЦІЇ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* НА ОСНОВІ АУТЕНТИЧНОЇ ГІПЕРІМУННОЇ СИРОВАТКИ

О. Ю. Новгородова, аспірант*
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
oleksandra_n@yahoo.com

Роль Pseudomonas aeruginosa в інфекційній патології тварин постійно зростає. Її вважають завершеним патогеном з високою пристосувальною здатністю до навколишнього середовища. Визначальним у системі протиепізootичних заходів у лікуванні цієї інфекції виступає ефективна діагностика хвороби. Створені сироватки, що містять специфічні антитіла проти P. aeruginosa, в подальшому будуть використані для визначення діагностичної специфічності та чутливості імуносенсорної тест-системи для діагностики псевдомонозу.

Ключові слова: Pseudomonas aeruginosa, біосенсор, імуносенсор, поверхневий плазмонний резонанс, гіперімунні сироватки, антитіла

Сучасний рівень розвитку молекулярної біології у поєднанні з досягненнями фізики і хімії визначили новий напрям в діагностиці захворювань

* Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор Т. В. Сорока

© О. Ю. Новгородова, 2015