

работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, 22 января 2021 г. Ч. I. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. С. 187-191.

4. Сычева Г.А., Адельгейм Е.Е., Горшкова Е.В. Бронхиальная астма кошек // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: материалы XXXIV научно - практической конференции студентов и аспирантов. Брянск, 2018. С. 82-86.

5. Горшкова Е.В. Планирование ветеринарных мероприятий: учебно-методическое пособие к проведению практических занятий по дисциплине «Организация ветеринарного дела» для студентов ин-та вет. медицины и биотехнологии, обучающихся по специальности «Ветеринария» - 36.05.01 очной и заочной формы обучения. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 72 с.

6. Черненко В.В., Симонов Ю.И. Электрокардиографическая диагностика болезней сердца лошадей // Коневодство и конный спорт. 2018. № 1. С. 32-33.

УДК 535:259:091:001-123

К ОПТИМАЛЬНОМУ ВЫБОРУ ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Борисевич Михаил Николаевич

кандидат физико-математических наук, доцент

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»*

TO OPTIMAL SELECTION VETERINARY PREPARATIONS FOR THE TREATMENT OF ANIMALS

Mikhail Nikolaevich Borisevich

*candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine*

Аннотация: Описан прием правильного и одновременно экономически выгодного подбора лекарственных препаратов в ветеринарной медицине.

Summary: The administration of the correct and at the same time economically beneficial selection of drugs in veterinary medicine is described.

Ключевые слова: ветеринарные информационные системы, болезни животных, математическая модель, доза, задача линейного программирования.

Keywords: veterinary information systems, abdominal diseases, mathematical model, dose, linear programming problem.

Введение. При лечении заболеваний животных с применением политерапии, в том числе и в условиях стационара, возникают сложности с правильным и одновременно экономически выгодным подбором лекарственных препаратов. Они обусловлены вариативностью протекания заболеваний, разнообразием и различной стоимостью существующих препаратов, а также наличием у разных лекарств различных побочных эффектов и др.

Появление ветеринарных информационных систем [1] дает возможность накапливать статистические данные о результатах использования лекарственных препаратов при лечении определенных видов болезней и впоследствии планировать их применение. При определении политерапии даже для одного животного, уже при сравнительно небольшом наборе лекарств количество возможных комбинаций их использования может быть настолько велико, что без применения методов математического моделирования трудно сделать оптимальный или, хотя бы, приемлемый выбор. Кроме всего, проблемой является и то, что на практике невозможно обеспечить точное соблюдение врачебных рекомендаций – лекарственные препараты не всегда принимаются в нужное время, в установленных дозах из-за влияния различного рода случайных факторов, большей частью субъективного характера, которые вряд ли можно отобразить в математической модели. Поэтому, вместо точных значений доз лекарств, целесообразно искать интервалы доз, такие, чтобы при любом значении дозы, попадающем в заданный интервал, удовлетворяли все требования.

Материалы и методика исследований. Такую возможность предоставляет использование математических моделей, приводящих к задачам математического программирования с интервальными переменными [2]. Одна из таких моделей, ориентированная на решение задачи поиска оптимального набора и доз лекарственных препаратов, описывается ниже. Предлагаемый вариант – лишь первая попытка, имеющая целью привлечь внимание к рассматриваемой проблеме и предполагающая последующее обсуждение и корректировку модели.

Результаты и их обсуждение. В модели используются следующие обозначения: N – множество доступных для приобретения лекарственных препаратов ($j \in N$); w_j – срединное значение интервала суточной дозы j -го лекарственного препарата; δ_j – величина, характеризующая ширину интервала значений суточной дозы j -го препарата – искомое значение суточной дозы может быть любым из переменной-интервала

$$x_j \in [(1 - \delta_j)w_j; (1 + \delta_j)w_j] \text{ (случай относительной ширины интервала),}$$

или

$$x_j \in [w_j - \delta_j; w_j + \delta_j] \text{ (случай абсолютной ширины интервала);}$$

c_j – стоимость единичной дозы j -го препарата; d_j, D_j – минимально и максимально допустимые суточные дозы j -го лекарства; M – множество симптомов заболевания ($i \in M$); V_i – зафиксированная величина i -го симптома; a_{ij} – снижение i -го симптома при применении j -го лекарства в единичной дозе; K – множество побочных эффектов ($k \in K$); E_k – максимально допустимая величина проявления k -го побочного эффекта; a_{kj} – величина проявления k -го побочного эффекта от приема единичной суточной дозы j -го лекарства.

Назначаемые суточные дозы лекарств ограничиваются допустимыми диапазонами:

$$d_j, y_j \leq x_j \leq D_j y_j, j \in N. \quad (1)$$

Здесь величина y_j – логическая переменная, зависящая от величины переменной-интервала x_j следующим образом:

$$y_j = \begin{cases} 1, & d_j \leq x_j \leq D_j \\ 0, & x_j = 0 \end{cases}$$

Если считать эффект лекарственного воздействия кумулятивным, а зависимость между дозами лекарств и снижением симптоматики линейной, то суммарный эффект от применения всех выбранных лекарств должен быть не ниже, чем требуется для полного снятия каждого симптома:

$$\sum_{j \in N} a_{ij} x_j \geq B_i, i \in M \quad (2)$$

и, одновременно, лекарства не должны вызывать чрезмерных побочных эффектов:

$$\sum_{j \in N} a_{kj} x_j \geq E_k, k \in K \quad (3)$$

Для исключения использования несовместимых лекарственных препаратов введем в рассмотрение матрицу совместимости лекарств V , каждый элемент которой V_{ij} полагается равным единице, если i -й и j -й лекарственные препараты недопустимо применять одновременно и нуль в противном случае. Соотношения, исключающие использование несовместимых лекарств, составляют только для $V_{ij} = 1$:

$$y_i + y_j \leq 1, i \in N, j \in N \quad (4)$$

Целевая функция задачи, отображающая критерий минимальной суммарной стоимости используемых лекарств, имеет вид:

$$\sum_{j \in N} c_j w_j \rightarrow \min \quad (5)$$

Как отмечалось выше, сформулированная модель (2) - (5) приводит к задачам линейного программирования с интервальными переменными. Переход к интервальному представлению решений – важная особенность выбранного подхода к моделированию, который делает решение малочувствительным к неточностям реализации, а также к неточностям исходных данных. Сравнительно невысокая сложность модели обусловливается интервальным характером решения, "поглощающим" неточности моделирования.

Заключение (выводы). Сформулированная в статье модель сводится к за-

даче линейного программирования с переменными интервального типа. Такой подход обеспечивает надежность получаемого решения, несмотря на неточности входных данных. Модель не отличается сложностью и вбирает в себя все неточности моделирования.

Список литературы

1. Никитина Н.Д. Экономико-математические модели при построении проектов по использованию земельных производственных ресурсов // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции, 2015. С. 409-416.
2. Шишкина В.М. Математические модели в экономике // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 423-428.
3. Ткачев М.А., Ткачева Л. В. Особенности лечения мастита у коров // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сборник трудов по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием посвященной памяти доктора биологических наук, профессора Е.П. Ващекина, Заслуженного работника Высшей школы РФ, Почетного работника высшего профессионального образования РФ, 22 января 2021 г. Ч. I. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. С. 191-195.
4. Сычева Г.А., Адельгейм Е.Е., Горшкова Е.В. Бронхиальная астма кошек // Научные проблемы производства продукции животноводства и улучшения ее качества: материалы XXXIV научно-практической конференции студентов и аспирантов. Брянск, 2018. С. 82-86.
5. Разработка перечня платных ветеринарных услуг (работ) / Л.В. Ткачева и др. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2-2. С. 43-46.
6. Шепелев С.И., Яковлева С.Е. Применение комплексной кормовой добавки "Мековит" в рационах кормления коров в транзитный период // Современные тенденции развития аграрной науки: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. Брянск: Изд-во Брянский государственный аграрный университет, 2022. С. 635-640.
7. Кондакова И.А., Ломова Ю.В. Изучение действия антимикробных препаратов в отношении *Escherichia coli* // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: материалы 66-й Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию со дня рождения профессора Павла Андреевича Костычева: в 3-х частях. 2015. С. 256-259.
8. Стасенкова, Ю. В. Лимфоэкстравазаты ушей у свиней и способы их лечения / Ю. В. Стасенкова, Д. А. Александрова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. Том Часть 3. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. С. 59-63.
9. Слободяник В.И., Степанов В.А., Мельникова Н.В. Препараты различных фармакологических групп. Механизм действия: учебное пособие. Санкт-Петербург. 2021. 368 с.
10. Комаров В.Ю., Белкин Б.Л. Препарат для лечения пальцевого дерматита крупного рогатого скота / В.Ю. Комаров, Б.Л. Белкин // Вестник аграрной науки. 2021. № 4 (91). С. 73-77.