

2. Руколь, В. М. Технологические основы ветеринарного обслуживания молочного крупного рогатого скота с хирургическими болезнями в Республике Беларусь : дне ... д-ра ветеринарных наук : 06.02.04 / В. М. Руколь ; Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины. - Санкт-Петербург, 2013. - 461 с.
3. Самоловов А. А. Болезни копытцев и пальца крупного рогатого СКОia / А. А. Самоловов, С. В. Лопатин; Рос акад. С/ наук Сиб. регион отд-ние. Ин-т чкеперим. ветеринарии Сибири и Даль не in Востока. - Новосибирск, 2010. – С. 80-95
4. Оионогенов А. Больные копыта коров причины, следствия, профилактика / А. Финогеи-ов И. Белорусское сельское хозяйство - 2014 - №7. – С. 38 – 41.
5. Dopfer D. Will emeu M Standardisation o fin factious claw diseases (Workshop report) i Proc 10\* International Symposium on Lameness in Ruminants. Lucerne, Switzerland. I'WH, - P. 244-264.

УДК 535:259:091:001-123

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ВЕТЕРИНАРНЫХ ПРЕПАРАТОВ**

**Орешкин М. В., Борисевич М. Н., Москаленко Ю. Л.**

УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины»  
г. Витебск, Республика Беларусь

В настоящее время 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 того, 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, попадающей в заданный интервал, удовлетворялись все требования.

Такую возможность предоставляет использование математических моделей, приводящих к задачам математического программирования с интервальными переменными [2, 3]. 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.

В модели используются следующие обозначения:  $N$  – множество доступных для приобретения лекарственных препаратов ( $j \in N$ );  $w_j$  – среднее значение интервала суточной дозы  $j$ -го лекарственного препарата;  $\delta_j$  – величина, характеризующая ширину интервала значений суточной дозы  $j$ -го препарата – искомое значение суточной дозы может быть любым из переменной-интервала  $x_j \in [(1 - \delta_j)w_j; (1 + \delta_j)w_j]$  (случай относительной ширины интервала) или  $x_j \in [w_j - \delta_j; w_j + \delta_j]$  (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 ( $i \in M$ );  $B_i$  – 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:

$$y_j = \begin{cases} 1, & \text{если } d_j \leq x_j \leq D_j, \\ 0, & \text{если } x_j < d_j \text{ или } x_j > D_j. \end{cases}$$

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:

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

одновременно лекарства не должны вызывать чрезмерных побочных эффектов:

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

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, составляются только для  $V_{ij} = 1$ :

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

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 обуславливается интервальным характером решения, «поглощающим» неточности моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Борисевич М. Н. Коммуникационная система по сбору и переработке информации в ветеринарии / М. Н. Борисевич // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004 - №5 - С.17-18.
2. Визерова А. В. Задачи линейной оптимизации с относительными интервальными переменными / А. В. Визерова, Р. В. Воронов, В. В. Поляков. - Петрозаводский государственный университет. – Петрозаводск; Деп. в ВИНТИ 20.01.2005. - №80-В2005. - 4 с.
3. Визерова А. В. Задачи линейной оптимизации с абсолютными интервальными переменными / А. В. Визерова, Р. В. Воронов, В. В. Поляков. Петрозаводский государственный университет. – Петрозаводск; Деп. в ВИНТИ 15.02.2005. - №224-В2005. - 6 с.