

УДК 004.896

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ МУЛЬТИАГЕНТНОМ  
МОДЕЛИРОВАНИИ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ВИЧ ИНФЕКЦИИ

*Гончаренко Антон Сергеевич\* студент группы 345*

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Как и любое другое социальное явление, эпидемия ВИЧ инфекции не имеет четких определений в истинности или лжи поведения особей, а существует лишь степень истинности. Для реализации данной цели существует понятие нечеткой логики, которое базируется на введении нечетких множеств.

Так как, целью введения аппарата нечеткой логики является уход от привычной четкой логики и тем самым от вероятностной постановки задачи, то заменим все вхождения вероятностей происхождения событий в начальной информации существующей системы. Для этого интерпретируем данные события как нечеткие понятия. То есть, «переход из безопасной зоны в зону риска будучи здоровым» – «рискованное поведение», «переход из безопасной зоны в зону риска будучи инфицированным» – «безответственное поведение», «согласие на госпитализацию» – «разумное поведение» и каждому из них сопоставим коэффициент от 1 до 3 соответственно. Таким образом мы сформулировали три нечетких понятия на основе которых и будут строиться нечеткие множества

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}, \quad (1)$$

где  $\mu_A(x)$  – функция принадлежности (обобщение понятия характеристической функции для обычных четких множеств), указывающая, в какой степени (мере) элемент  $x$  принадлежит нечеткому множеству  $A$ .

Основной наблюдательной и интеллектуальной единицей в мультиагентной системе является агент. В нашем случае все агенты имеют следующие свойства: тип поведения, состояние относительно болезни, текущее состояние (локация в которой агент находится в данный момент времени), следующее состояние и момент на временной шкале его наступления. По типу поведения, как известно, агенты делятся на «благоразумных» и «рискующих», а по состоянию здоровья на здоровых, инфицированных и переболевших (приобретших иммунитет). То есть имеется некоторое множество агентов (объектов наблюдения)  $U = \{u_j | j = \overline{1; n}\}$ . составим некоторую агрегатную функцию для каждого агента  $S_j(u)$ ,  $j = \overline{1; n}$ . Данная функция будет агрегировать некоторую обобщающую числовую информацию о каждом агенте

согласно значениям его свойств. Для этого сопоставим некоторым свойствам числовое значение. Положим, что значение свойства «тип агента» равняется 1, если он «благоразумный» и -1 если агент «рискующий». Далее, вместо входных вероятностей событий, будем задавать меру их возникновения, как значение некоторой относительной шкалы. Пусть имеется некоторая шкала отношений которая принимает целые значения на отрезке  $[1;10]$ . Следовательно, мы сопоставили численные значения трем свойствам агента: тип агента  $-\{-1,1\}$ , а состояние здоровья и текущее состояние «ушли» в введенную выше метрику. Таким образом можно сформировать универсальное множество:

$$X = \{S_j(u) | j = \overline{1;n}\}, \quad (2)$$

где агрегатная функция  $S(u)$  определяется как  $S_j(u) = \langle \text{тип } j\text{-го агента} \rangle * \langle \text{мера возникновения события } i \rangle$ .

В соответствии с (1) необходимо еще составить характеристическую функцию  $\mu_A(x)$ . В нашем случае она будет равна:

$$\mu_{A_i}(x) = \begin{cases} \log_{10}(|x|), & x < 0 \\ \log_{10}(x), & x > 0 \end{cases}. \quad (3)$$

Проверим область значений полученной функции принадлежности, которая должна находится на отрезке  $[0;1]$ . Действительно, несложно заметить, что  $S(u) \in [-10;10]$ , следовательно  $\log_{10}(|S(u)|) \in [0;1]$ . Таким образом мы получили искомые нечеткие множества  $A_i, i = \overline{1;3}$ .

В таком случае в качестве следующего состояния (перехода в новую локацию) выбирается состояние (нечеткое понятие), которое соответствует нечеткому множеству, которое соответствует условию:

$$\max \mu_{A_i}(x_j), i = \overline{1;3}. \quad (4)$$

Данная реализация мультиагентной модели больше подходит для реальных вычислений, так как на практике невозможно указать четкие вероятности, все что может иметь в своем распоряжении исследователь, это только приближенное количество агентов, которые ведут себя тем или иным образом. Общий же алгоритм взаимодействия и перемещения агентов оставлен без изменения, поэтому скорость работы осталась неизменной, увеличив актуальность и корректность применения модели в реальных условиях. Данное исследование является перспективным, и имеет высокое социальное и экономическое значение.

*\*Научный руководитель – Чумаченко Д. И., к. т. н., доцент каф. 304*