

у положення вертикалі, визначають координати місцезнаходження літака, швидкість, вимірюють висоту, здійснюють обчислювальні операції.

Література

1. Безвесільна, О. М. Авіаційні гравіметричні системи та гравіметри [Текст]: монографія / О. М. Безвесільна. – Житомир: ЖДТУ, 2007. – 604 с.
2. Безвесильная, Е. Н. Современные авиационные гравиметры [Текст] / Е. Н. Безвесильная, А. Г. Ткачук // IX Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “ Aktualne problemy Nowoczesnych nauk – 2013 “. – Перемисьль, 2013. – С. 88-89.
3. Безвесільна, О. М. П'єзоелектричний гравіметр авіаційної гравіметричної системи [Текст]: монографія / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук. – Житомир: ЖДТУ, 2013. – С. 36-38.
4. Безвесільна, О. М. Фізичні принципи роботи п'єзоелектричного гравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Вісник Інженерної академії України. – 2013.– № 2. – С. 18-21.
5. Безвесільна, О. М. Структурна схема перетворення вхідного сигналу чутливим елементом п'єзоелектричного гравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Технологічні комплекси. – 2013. – № 1(7). – С. 43-50.
6. Безвесільна, О. М. Авіаційний гравіметричний комплекс для вимірювань аномалій прискорення сили тяжіння [Текст]: тези допов. / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // НПК on-line конференція присвячена Дню науки. – Житомир, 2013. – С. 88-89.
7. Bezvesilnaya, E. N. Gravimeter of aviation gravimetric system [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // The advanced science journal (USA). – 2013. – №8. – P.41–46.
8. Bezvesilnaya, E. N. Gravimeter Output Filtering [Text] / E. N. Bezvesilnaya, A. G. Tkachuk, K. S. Kozko // XV International PhD Workshop OWD 2013. – 2013. – №33. –

P. 306–309.

9. Безвесільна, О. М. Фільтрація вихідного сигналу п'єзогравіметра авіаційної гравіметричної системи [Текст] / О. М. Безвесільна, А. Г. Ткачук // Вісник Інженерної академії України. – 2012.– № 3-4. – С. 91-94.
10. Безвесільна, О. М. Гравіметри та їх виставка: Монографія [Текст] / О. М. Безвесільна, А. А. Остапчук, С. С. Ткачен-ко. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – 307 с.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ПЬЕЗОГРАВИМЕТРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АВИАЦИОННОЙ ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Предложен новый пьезогравиметр автоматизированной авиационной гравиметрической системы для измерений ускорения силы тяжести, который имеет больше точность (1 мГал), чем известные на сегодняшний день (2-10 мГал). Приведена его конструкция и указаны ее особенности. Определено уравнения движения авиационной гравиметрической системы с пьезогравиметром. Проведен анализ данного уравнения и идентифицированы составляющие автоматизированной авиационной гравиметрической системы.

Ключевые слова: авиационная гравиметрическая система, пьезогравиметр, ускорение силы тяжести.

Ткачук Андрій Геннадійович, аспірант, кафедра автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій, Житомирський державний технологічний університет, Україна, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

Ткачук Андрей Геннадьевич, аспирант, кафедра автоматизированного управления технологическими процессами и компьютерных технологий, Житомирский государственный технологический университет, Украина, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

Tkachuk Andriy, Zhytomyr State Technological University, Ukraine, e-mail: andrew_tkachuk@i.ua

УДК 004.94 + 614.4

Товстик А. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГЕПАТИТА В С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Рассмотрены основные особенности эпидемического процесса гепатита В, известные подходы к моделированию распространения заболеваний. Для моделирования разнородности в поведении популяции предложено применение интеллектуальных агентов, использующих нечёткий логический вывод для принятия решений. Разработана и описана структура интеллектуального агента. Получены и описаны предварительные результаты моделирования.

Ключевые слова: мультиагентный подход, нечёткий логический вывод, эпидемический процесс, гепатит В.

1. Введение

Гепатит В – глобально распространенная опасная вирусная инфекция. Ежегодно в мире регистрируется около 50 млн. больных только острой формой инфекции. Из них до 600 тыс. больных гепатитом В умирает [1]. Распространенность этого вируса широко варьирует в различных отделах земного шара [2]. Украина относится к странам со средней распространённостью.

Гепатитом В заражаются только от инфицированных вирусом гепатита людей, в том числе со скрытым про-

теканием инфекции [1]. Вирус способен передаваться при переливании крови, при нарушении целостности кожи и слизистых, при половых контактах. Вирус имеет широкий диапазон инкубационного периода (от 15 до 180 дней). Риск хронизации острого гепатита В обратно пропорционален возрасту в момент инфицирования [2].

Таким образом, в настоящее время это одна из самых широко распространенных и опасных вирусных инфекций, вызывающих повсеместную тревогу за здоровье населения, сокращение средней продолжительности жизни людей во всем мире. Гепатит В отличается

исключительно высокой инфекционностью, сложным процессом протекания, а также частым возникновением тяжёлых последствий (в том числе и летальный исход). Учитывая также, что 65–80 % инфицированных вирусом гепатита переносят заболевание незаметно, без внешних клинических проявлений [1], проблема остаётся актуальной.

2. Предпосылки использования интеллектуальных агентов

Первое исследование, которое позволило сделать шаг вперёд по сравнению с классическими моделями, представлено в работе [3] (модель Барояна–Рвачёва). Фактически эта модель так же, как и классические модели, была основана на системе дифференциальных уравнений. Однако в ней использовано понятие модельного времени и учитывалась длительность пребывания в том или ином состоянии. Тем не менее, имеющиеся недостатки данной модели в полной мере не были устранены.

В качестве альтернативного подхода получило развитие имитационное мультиагентное моделирование, которое позволяет рассматривать большое количество факторов, влияющих на эпидемический процесс [4, 5], производить подробную детализацию свойств агентов и проводить эксперименты с достаточно большими популяциями. Основываясь на этом подходе, ранее была разработана имитационная модель для моделирования эпидемического процесса [6].

Разработанная модель рассматривает все особенности эпидемического процесса гепатита В описанные выше. Помимо этого, модель также включает рассмотрение следующих аспектов:

- Взаимодействие агентов с предметами и передача инфекции, как от агента, так и наоборот.
- Взаимодействие агентов между собой и передача инфекции в случае, если один из агентов является носителем.
- Протекание заболевания у агента с учётом стадий, имеющих различную длительность и разный потенциал инфицирования

Наличие этих аспектов позволяет моделировать эпидемический процесс и осуществлять эксперименты с моделью (например, введение вакцинации). Это даёт возможность ответить на вопросы о том, как повлияют на уровень заболеваемости те или иные противоэпидемические меры. Тем не менее, эпидемический процесс в целом зависит от каждого члена популяции в отдельности.

Таким образом, необходимо учитывать индивидуальные особенности каждого члена популяции с точки зрения участия в эпидемическом процессе. Но при этом необходимо избежать чрезмерного усложнения имитационной модели. С этой целью предлагается использование интеллектуальных агентов, чей мыслительный процесс построен на базе нечёткой логики.

3. Структура интеллектуального агента и результаты моделирования

В данной работе модельный мир представляется тремя областями, в каждой из которых могут находиться агенты-люди, а также различные предметы, которые

могут переносить инфекцию (медицинские инструменты и т. п.). Таким образом, в модели участвуют различные реактивные агенты, но только агенты-люди должны быть интеллектуальными.

Агенты-люди предназначены для моделирования поведения людей с точки зрения эпидемического процесса. Каждый агент, помимо свойств, отражающих эпидемическое состояние, обладает такими свойствами как возраст, пол, продолжительности жизни, а также субъективными для каждого агента характеристиками, определяющими частоту и длительность пребывания агента в каждой из областей. Для этого в структуру интеллектуального агента (рис. 1) включены такие ментальные компоненты как убеждения, желания и намерения. Для моделирования у агентов человеческого способа мышления в процессе принятия решений относительно совершений поступков, в данной работе используется нечёткий логический вывод [7]. Более подробно структура интеллектуального агента описана в работах [8, 9].

Подсистема нечёткого вывода у агента имеет стандартную структуру [10], поэтому введём две входные лингвистические переменные X - степень риска, Y - величина желания и одну выходную Z - длительность пребывания в области риска со следующими термножествами:

$$\left. \begin{array}{l} X_1 - \text{низкий,} \\ X_2 - \text{ниже среднего,} \\ X_3 - \text{средний,} \\ X_4 - \text{выше среднего,} \\ X_5 - \text{высокий} \end{array} \right\} \in X,$$

$$\left. \begin{array}{l} Y_1 - \text{слабое,} \\ Y_2 - \text{умеренное,} \\ Y_3 - \text{обычное,} \\ Y_4 - \text{сильное} \\ Y_5 - \text{непреодолимое} \end{array} \right\} \in Y, \quad (1)$$

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 - \text{минимальное,} \\ Z_2 - \text{краткосрочное,} \\ Z_3 - \text{нормальное,} \\ Z_4 - \text{долгосрочное,} \\ Z_5 - \text{максимальное} \end{array} \right\} \in Z.$$

Множество допустимых значений выходной переменной лежит в интервале от 0 до 1. С целью обеспечения разнородности с точки зрения процесса принятия решений каждый агент использует индивидуальный набор функций принадлежности, которые имеют вид двусторонней гауссовской функции со случайными параметрами.

Согласно материалам исследования проявления эпидемического процесса гепатита В в г. Харькове за 1991-2010 гг. [11] средний показатель заболеваемости до проведения вакцинальной кампании составил 31.86 на 100 тыс. человек. Поэтому это значение было принято в качестве эталонного для идентификации параметров имитационной модели и использовали популяцию этого размера.

По результатам серии предварительных экспериментов направленных на калибровку параметров модели

было получено значение показателя заболеваемости равное 30.23 на 100 тыс. человек, что на 5.11 % ниже эталонной величины. Полученные результаты могут быть улучшены в ходе дальнейших экспериментов.

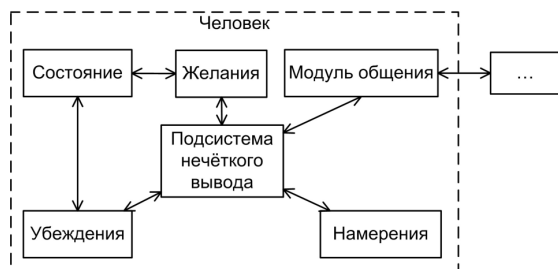


Рис. 1. Схематическое представление структуры агента-человека

4. Выводы

Разработанная имитационная модель позволяет моделировать эпидемический процесс гепатита В, принимая во внимание такие противоэпидемические мероприятия как вакцинация населения, стерилизация инструментов и пр. Использование нечёткого логического вывода в процессе принятия решения позволяет учитывать многообразие человеческого поведения с точки зрения эпидемического процесса. Более того, данный подход позволяет моделировать противоэпидемические меры, связанные с повышением осведомлённости общества о проблеме заболеваемости гепатитом В и способах передачи.

Полученные результаты говорят об адекватности разработанной модели. В дальнейшем будут осуществлены более детальные эксперименты с моделью, включающие использование различных противоэпидемических мероприятий.

Литература

1. Аммосов, А. Д. Гепатит В [Текст]: информационно-методическое пособие / А. Д. Аммосов; Ин-т. средств медицинской диагностики. – Н.: ЗАО «Вектор-Бест», 2006. – 132 с.
2. Ивашкин, В. Т. Болезни печени и желчевыводящих путей [Текст] / В. Т. Ивашкин. – М.: ООО «Издат. дом «М-Вести», 2002. – 416 с.
3. Вьюн, В. И. Об одном подходе к прогнозированию эпидемиологической обстановки по гриппу–ОРВИ с использованием временных рядов [Текст] / В. И. Вьюн, Т. К. Еременко, Г. Е. Кузьменко, Ю. А. Михненко // Математические машины и системы. – 2011. – №2. – С. 131-136.
4. Чумаченко, Т. О. Моделивання епідемічного процесу

су вірусного гепатиту В [Текст] / Т. О. Чумаченко, О. С. Коваленко, Д. І. Чумаченко та ін. // Медицина сьогодні і завтра. – 2011. – №4(53). – С. 145-149.

5. Ашихмин, В. Н. Введение в математическое моделирование [Текст]: учеб. пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер и др.; под ред. П. В. Трусова. – М.: Логос, 2004. – 440 с.
6. Товстик, А. В. Разработка среды имитационного мульти-агентного моделирования эпидемического процесса гепатита В [Текст] / А. В. Товстик // Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – №6/4 (8). – С. 43-44.
7. Товстик, А. В. Мультиагентный подход к разработке экспертных систем [Текст] / А. В. Товстик // Системы обработки информации. – 2012. – №9(107). – С. 215-218.
8. Chernyshev, Yu. Development of intelligent agents for simulating of hepatitis B epidemic process [Text] / Yu. Chernyshev, D. Chumachenko, A. Tovstik // Proceedings of East West Fuzzy Colloquium 2013 (20th Zittau Fuzzy Colloquium), 25 – 27 September 2013, Zittau, Germany, 2013. – P. 161-161.
9. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
10. Jang, J.-S. R. Neuro-Fuzzy and Soft Computing. A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence [Text] / J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, E. Mizutani. – Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall, Inc., 1997. – 614 p.
11. Коваленко, О. С. Прояви епідемічного процесу гепатиту В в умовах проведення вакцинопрофілактики [Текст]: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.02.02 / Коваленко Ольга Сергіївна; Київський науково-дослідний Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.В. Громашевського. – К., 2012. – 22 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІЧНОГО ПРОЦЕСУ ГЕПАТИТУ В ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ

Розглянуто основні особливості епідемічного процесу гепатиту В, відомі підходи до моделювання розповсюдження захворювань. Для моделювання різноманітності у поведінці популяції запропоновано застосування інтелектуальних агентів, які використовують нечіткий логічний висновок для прийняття рішень. Розроблена та описана структура інтелектуального агента. Отримані та описані попередні результати моделювання.

Ключові слова: мультиагентний підхід, нечіткий логічний висновок, епідемічний процес, гепатит В.

Товстик Андрій Вадимович, аспірант, кафедра інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: thedarkest@i.ua

Товстик Андрій Вадимович, аспірант, кафедра інформатики, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: thedarkest@i.ua.

Tovstik Andrii, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Ukraine, e-mail: thedarkest@i.ua.