

УДК: 616-053.2:681.3

Моделирование распространения дерматовенерологических заболеваний на основе мультиагентных технологий

П. П. Рыжко¹, А. Ю. Соколов², Л. В. Рощенюк¹, Е. К. Чмыхун¹,Д. И. Чумаченко², А. А. Соколов²¹Харьковский областной клинический кожновенерологический диспансер, Украина²Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского

«Харьковский авиационный институт», Украина

Резюме

Результаты моделирования позволяют определить направления профилактики сифилиса и главные факторы в уменьшении заболеваемости.

Предлагаемая имитационная мультиагентная модель может служить основой для дальнейших исследований, учитывающих, например, внутреннюю мотивацию людей к правильному здоровому образу жизни, формы и методы личностно-ориентированной профилактики ИППП, пути формирования навыков, способствующих восстановлению и сохранению репродуктивного здоровья молодежи.

Ключевые слова: сифилис, моделирование, мультиагентные технологии.

Клин. информат. и Телемед.
2008. Т.4. Вып.5. с.56–59

Введение

Ежегодно в мире регистрируется около 12 млн. свежих случаев сифилиса. В настоящее время во многих странах мира отмечается стабилизация или даже снижение уровня заболеваемости сифилисом, однако это не касается Украины.

Современный этап развития проблемы сифилиса в Украине характеризуется не только высоким уровнем заболеваемости, но и тем, что в подавляющем количестве случаев наблюдаются скрытые формы и нетипичные проявления заболевания, резистентность к терапии.

Основные факторы, влияющие на рост заболеваемости – высокая распространенность проституции среди молодежи, незащищенные половые контакты, эпидемия ВИЧ/СПИДа, употребление наркотических веществ, алкоголизм, иммунологические нарушения, ухудшение условий жизни и другие социально-негативные явления.

Распространение сифилитической инфекции зависит от вирулентности возбудителя, восприимчивости населения к заболеванию, механизмов передачи инфекции. Поэтому необходим множественный анализ всех этих факторов.

Проблема прогнозирования распространения дерматовенерологических заболеваний является одной из наиболее актуальных в современном обществе ввиду их высокой социальной опасности.

Эффективность проведения профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения дерматовенерологических заболеваний и в то же время на пропа-

ганду и формирование у людей здорового образа жизни, а также изоляция заболевших, должна оцениваться как с гуманитарной, так и с экономической точки зрения.

Проведение виртуальных компьютерных экспериментов, основанных на мультиагентных технологиях, позволяет устранить возможные технические и этические проблемы [1], связанные с проведением реальных экспериментов в обществе. Главным критерием использования подобных моделей является оценка их достоверности и адекватности с точки зрения моделирования реального взаимодействия агентов между собой и поведения агентов в окружающей среде.

Задачи исследования

Основными задачами моделирования являются прогнозирование развития заболевания и исследование значимости различных факторов, как медицинских, так и социальных, на уменьшение количества больных.

Методы исследования

Изложение материала сопровождается примером исследования распространения сифилиса и имитационным моделированием в среде NetLogo.

Результаты собственных исследований

Характеристика объекта моделирования

Сифилис – заболевание, передающееся преимущественно половым путем. Сифилитическая инфекция отличается своеобразным течением, характеризующимся в основном двумя особенностями:

- волнообразной сменой активных ее проявлений периодами скрыто протекающей инфекции;
- постепенным и последовательным изменением в клиническом и патологоанатомическом отношении характера вызываемых бледной трепонемой поражений органов и тканей, принимающих по мере удаления от начала заболевания все более выраженный и тяжелый характер.

В течении сифилиса принято различать следующие периоды:

- инкубационный период – время от момента заражения до появления пер-

вых клинических симптомов болезни, в среднем 3–4 недели;

- первичный период длится в среднем 6–7 недель и характеризуется клинически образованием на месте внедрения бледных трепонем первичной сифилломы или твердого шанкра, сопутствующего выявляющимся через 5–7 дней увеличением регионарных лимфатических узлов;
- вторичный период клинически характеризуется преимущественно изменениями кожи и слизистых оболочек и реже – выраженными поражениями внутренних органов, двигательного аппарата и центральной, а иногда и периферической нервной системы, общая длительность составляет от 2 до 5 лет. Рецидивы вторичного периода могут иногда возникать и в более поздние сроки;
- третичный период клинически выражается в развитии более мощных, то ограниченных и склонных к распаду, то разлитых воспалительных инфильтратов, вызывающих нередко значительные деструктивные изменения в пораженных органах и тканях. Третичные поражения возникают чаще всего между 3–6 годами от начала заболевания, иногда значительно позднее, даже через десятки лет после заражения. Рецидивы наблюдаются редко и бывают отделены

друг от друга длительным скрытым периодом.

Структура мультиагентной системы

Предлагаемая система относится к категории биоморфных мультиагентных систем (MAC) [3] и представляет собой наборы агентов с архитектурой

$$Ag = \langle shm\ P, M \rangle$$

shm P – схема агента, определяющая его внутреннюю структуру, *M* – метод агента, определяющий его поведение.

В данной предметной области предлагаются выделить множество агентов (*turtles*) – со следующей структурой:

```
turtles-own [
  infected?      ;;; если Да, человек болен.
  known?        ;;; ;;; если Да, человек знает о
  том, что болен.
  infection-length ;;; как долго человек
  болеет.
  coupled?       ;;; если Да, человек, имеет
  сексуального партнера.
  couple-length  ;;; как долго человек имеет
  сексуального партнера.
  ;; следующие переменные задаются из
  среды
  commitment     ;;; как долго человек на-
```

Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г.

Табл. 1. Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г. (в интенсивных показателях на 100 тыс. нас.).

	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Харьковская область	20,3	15,2	6,0	9,9	67,7	84,5	81,1	73,5	59,9	51,6	43,3	40,5	37,6	35,7	31,8
г. Харьков	30,1	21,4	6,6	14,5	99,4	120,7	115,0	103,9	80,4	68,3	58,7	50,7	46,8	43,7	37,8
Районы области	10,4	8,9	5,2	5,3	31,3	41,9	44,4	39,3	35,4	32,4	26,9	28,6	27,6	26,7	25,1

Табл. 2. Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г. (в абсолютных числах).

	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Харьковская область	603	464	187	319	2014	2625	2479	2221	1797	1548	1318	1185	1099	1015	902
г. Харьков	411	332	102	236	1156	1890	1766	1581	1214	1032	887	756	690	632	547
Районы области	192	132	85	83	491	646	676	591	527	482	400	412	399	373	348

Данная таблица является тестирующей для определения адекватности предлагаемой модели.

ходится в сексуальных отношениях с одним партнером.

coupling-tendency ;; количество сексуальных партнеров человека.

condom-use ;; вероятность использования средств предохранения.

test-frequency ;; количество проверок на заболевание в год.

partner ;; человек, являющийся сексуальным партнером к данному.

]

Метод агентов, функционирующих в решающей сети, включает три подфункции: восприятия, решения и трансформирования.

Подфункция восприятия

$$Per: E \rightarrow A_{in} \quad (1)$$

обеспечивает отбор информации из среды и присвоение значений входным атрибутам – *infection-length*, *couple-length*, *known?*.

Подфункция решения

$$Dec: A_{in} \rightarrow A_{out} \quad (2)$$

определяет значения выходных переменных (*infected?*) по значениям входных.

Подфункция трансформирования

$$Tran: A_{out} \rightarrow E' \quad (3)$$

изменяет состояние среды, выполняя операции перевода элементов множеств из одного в другое в соответствии с правилами, приведенными ниже.

```
to check-period
  if infected?
    [ ifelse ( infection-length > 2 ) and
      ( infection-length < 4 )
      [ infect ]
      [ if ( infection-length > 10 ) and
        ( infection-length < 260 )
        [ infect ] ]
    end
```

Общая структура МАС может быть представлена шестеркой

$$MAC=\{Ind, Prp, Atr, Inp, Out, Str\},$$

где – *Ind* – наименование системы, *Prp* – цели системы, *Atr* – общесистемные характеристики, *Inp* – вход системы, *Out* – выход системы, *Str* – структура системы *Str*={*E,R*}, *E* – компоненты системы, *R* – связи компонентов.

Реализация МАС в среде NetLogo

Для представления развития заболеваний сифилисом использована среда моделирования NetLogo, позволяющая создавать и исследовать различные факторы, влияющие на распространения заболевания.

На рис. 1. приведена имитационная модель системы и результаты моделирования с минимальными значениями управляющих переменных.

В первую очередь, данная модель протестирована по данным табл. 1.

Следующий шаг – определение наиболее значимых факторов для принятия

Рис. 1. Имитационная модель распространения сифилиса.

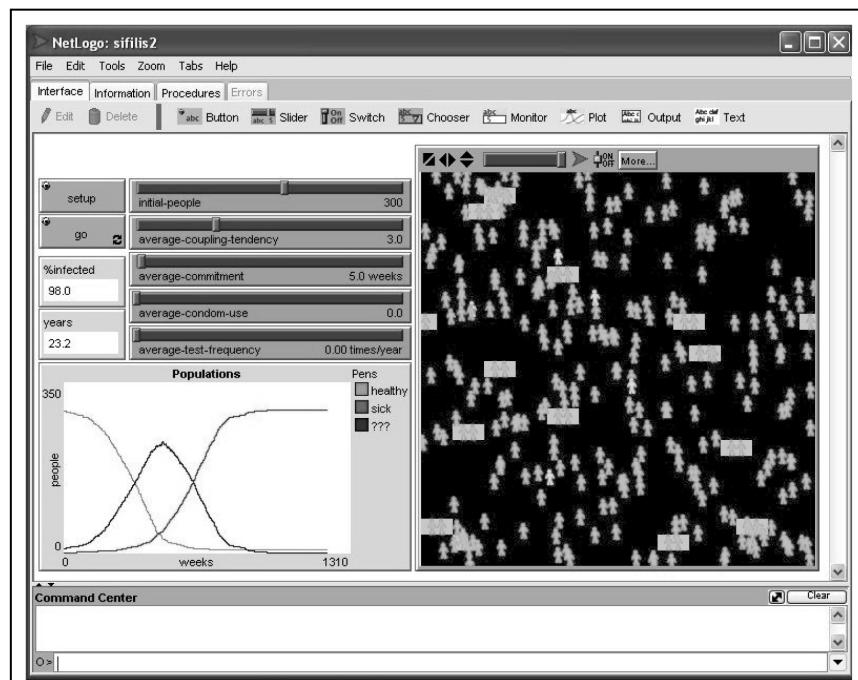
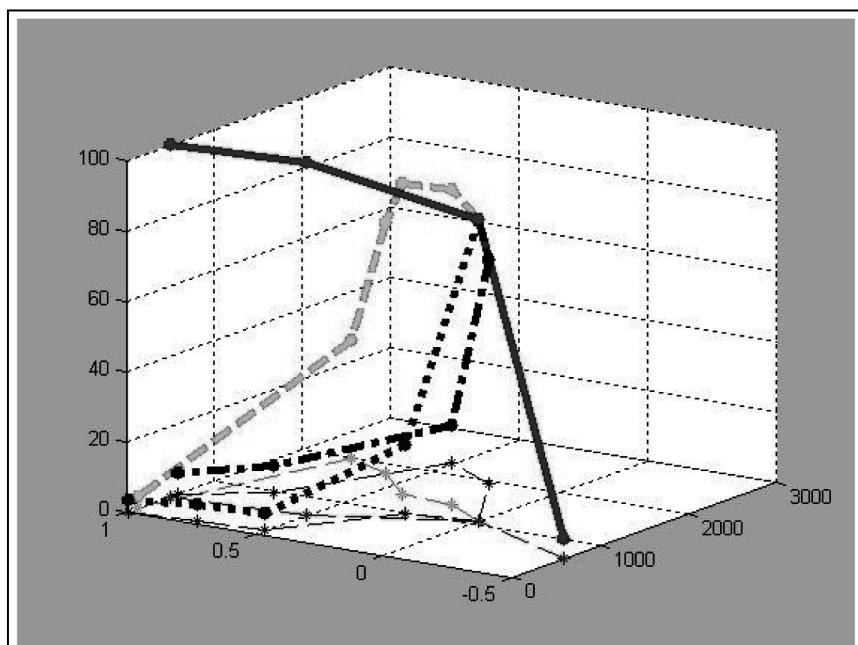


Рис. 2. Влияние различных факторов на уменьшение заболеваемости.



По оси x отложено количество недель (от 0 до 3000), по оси у – условные значения факторов (от минимального – 0.5 до максимального – 1), по оси z – процент заболевших.

Сплошная кривая – *average-coupling-tendency*, пунктирная – *average-condom-use*, полу-пунктирная – *average-commitment*, точечная – *average-test-frequency*.

решений о методах профилактики заболевания. С этой целью проводились эксперименты с каждой управляющей переменной независимо друг от друга (от минимального значения до максимального).

Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

Как видно из графика, наиболее влияющим фактором на уменьшение процента больных является частота проверок на заболевание и изоляция больных, вторым по значимости фактором является постоянство сексуального партнера, третьим – использование средств предохранения, и наконец, четвертым – количество сменяемых партнеров.

Выходы

Результаты моделирования позволяют определить направления профилактики сифилиса и главные факторы в уменьшении заболеваемости.

Как видно из результатов моделирования, социальные факторы превалируют над медицинскими, что дает основания для проведения разъяснительной политики в области здравоохранения среди населения, особенно молодежи.

Предлагаемая имитационная мультиагентная модель может служить основой для дальнейших исследований, учитывающих, например, внутреннюю мотивацию людей к правильному здоровому образу жизни, формы и методы личностно-ориентированной профилактики ИППП, путем формирования навыков, способствующих восстановлению и сохранению репродуктивного здоровья молодежи.

Перспективность проводимых исследований очевидна.

Литература:

- Волкославская В. Н., Линник Б. С. Показатели качества санации очагов венерических болезней и их значение для прогнозирования заболеваемости сифилисом//Журн. дерматол. и венерол. – 1999. – №1(7). – С.37–40.
- Евгунев Г. Б. Системология инженерных знаний. М., МГТУ, 2001. – 374с.
- Тихонова Л. И. Роль и оценка деятельности дерматовенерологических учреждений в организации в организации работы по контролю за инфекциями, передаваемыми половым путем (по материалам доклада на IX Российском съезде дерматовенерологов)//Вестник дерматологии и венерологии М., №6., 2005.
- G. Desmeulles, G. Querrec, P. Redou, S. Kerde'lo, L. Misery, V. Rodin, J. Tisseau. The virtual reality applied to biology understanding: The in virtuo experimentation. Expert Systems with Applications 30 (2006) 82–92.

Modelling of dermatology and venereology diseases spreading on the basis of multi agents technologies

P. P. Ryzhko¹, A. Yu. Sokolov², E. K. Chmihun¹, L. V. Roshenyuk¹, D. I. Chumachenko², A. A. Sokolov²

¹Kharkov regional dermatology and venereology clinic, Ukraine

²Zhukovskiy National aerospace university «Kharkov aviation institute», Ukraine

Abstract

The results of modeling allow defining directions of syphilis prophylaxis and main factors for morbidity reduction.

Offered imitative multi agents model can serve as a basis for further researches taking into account, for example, internal motivation of people for the correct and healthy way of life, forms and methods of the personality-oriented prophylaxis of Sexually Transmitting Diseases, ways of skills forming promoting renewing and saving of young people reproductive health.
Keywords: syphilis, modeling, multi agents technologies.

Моделювання розповсюдження дерматовенерологічних захворювань на основі мультіагентних технологій

P. P. Рижко¹, О. Ю. Соколов², Л. В. Рошенюк¹, Е. К. Чміхун¹, Д. І. Чумаченко², О. О. Соколов²

¹Харківський обласний клінічний шкірно-венерологічний диспансер, Україна

²Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна

Резюме

Результати моделювання дозволяють визначити напрямки профілактики сифілісу і головні чинники в зменшенні захворюваності.

Пропонована імітаційна мультіагентна модель може служити основою для подальших досліджень, що враховують, наприклад, внутрішню мотивацію людей до правильного здорового способу життя, форми і методи особово-орієнтованої профілактики ІППП, шляхи формування навиків, які сприяють відновленню і збереженню репродуктивного здоров'я молоді.

Ключові слова: сифіліс, моделювання, мультіагентні технології.

Переписка

д.мед.н., профессор П. П. Рижко

ул. Карла Маркса, 17, Харьков

61052, Украина

тел./факс: +380 (57) 712 21 51

эл. почта: okvd-ven@kharkov.com

д.тех.н., профессор А. Ю. Соколов

ул. Чкалова, 17, Харьков

61084, Украина

тел./факс: +380 (57) 707 43 04,

744 1131,

эл. почта: asokolov@xai.edu.ua