

УДК 519.711.2:614.4

С. Б. Пономарёв, доктор медицинских наук, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

К. А. Романов, аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

А. М. Абашев, магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

К ПРОБЛЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

Статья посвящена разработке математической модели, позволяющей сделать прогноз о распространении ВИЧ-инфекции.

Ключевые слова: ВИЧ-инфекция, математическая модель.

Одной из наиболее актуальных проблем современности является стремительное распространение вируса иммунодефицита человека (ВИЧ). Это вызвано такими особенностями инфекции, как: невозможность полного излечения носителя ВИЧ-инфекции, невозможность предотвращения развития синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИД), а также высокая стоимость поддерживающей терапии.

В связи с этим важной проблемой представляется задача оценки эффективности мер по противодействию распространению ВИЧ-инфекции. Разработке единой методики ее решения препятствует неравномерность распространения ВИЧ-инфекции, как в мире в целом, так и внутри отдельных государств [1].

Ведущими международными организациями (ВОЗ, ООН, ЮНЕСКО) созданы программы противодействия распространению ВИЧ-инфекции на территории различных стран. Подобные программы как правило опираются на прогнозы и оценки, полученные с помощью математических моделей, построенных на основе данных стран Африки. Высокий уровень заболеваемости в странах «к югу от Сахары» позволяет международным экспертам разрабатывать прогнозы распространения ВИЧ-инфекции для других развивающихся стран.

В России количество вновь зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции имеет следующий вид (рис. 1) [2].

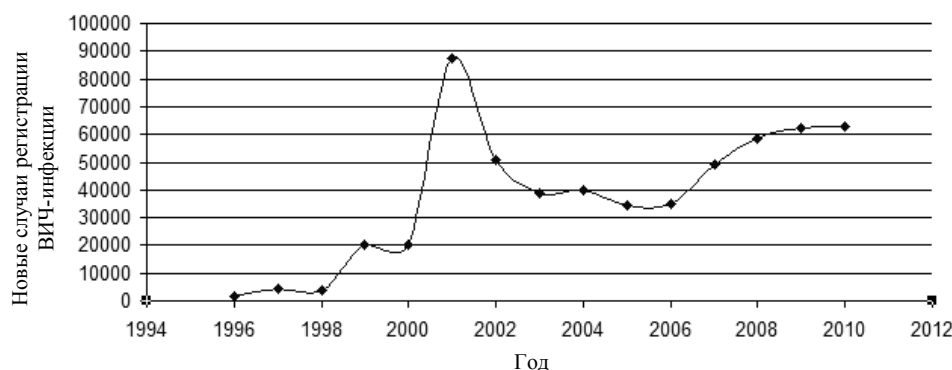


Рис. 1. Развитие эпидемии ВИЧ-инфекции в России
(по данным территориальных центров профилактики и борьбы со СПИДом)

Считается, что основополагающим фактором в распространении ВИЧ на территории России является социальная дезадаптация населения [3], т. е. неприспособленность индивида к социальной среде. Проявлениями социальной дезадаптации в индивидуальном поведении являются поступки, запрещаемые нормами права, нравственности, правилами общей жизнедеятельности. Сюда входят разнообразные виды девиантного поведения: алкоголизм, наркомания, аморальное поведение, нарушение социальных норм.

Источником и резервуаром ВИЧ-инфекции является человек на всех стадиях заболевания. Возбудителем является вирус, передача которого осуществляет-

ся по одному из трех путей: при половых контактах, парентерально (через кровь), вертикально (от инфицированной матери к ребенку). При этом каждый тип контакта отличается своей характерной частотой передачи (значения перечислены в таблице).

Частота инфицирования

Тип контакта	Частота
При уколе	0,003
При совместной инъекции	0,7–0,9
При переливании инфицированной крови	0,9–1
При незащищенном сексуальном контакте	0,0003–0,005
При родах	0,3–0,5
При грудном вскармливании	0,13–0,3

По клиническим и эпидемиологическим характеристикам следует выделить основные группы активных распространителей ВИЧ-инфекции – индивидов, чей вклад в эпидемическую динамику заболевания является основным. Для случая эпидемии ВИЧ на территории России возраст активных распространителей находится в интервале 15–49 лет [4]. Большинство случаев заражения ВИЧ, происходящее на возраст до 15 лет, связано с вертикальной передачей вируса. Детская популяция представлена сексуально неактивными индивидами и отличается практически полным отсутствием горизонтального (между индивидами, не являющимися родителем и потомком) распространения заболевания. Инфицирование детского населения является следствием процессов, происходящих во взрослой популяции [4].

Как видно из рис. 1, в динамике распространения ВИЧ-инфекции присутствует пик, приходящийся на 2000–2002 гг. Именно это время отмечено максимумом деструктивных последствий правления «демократов первой волны» во всех областях жизни российского общества [5]. С приходом новых людей во властную вертикаль и принятия социально ориентированных программ (национальные проекты «Здоровье», «Образование» и др.) распространение ВИЧ-инфекции замедлилось (хотя и сохранилась общая

тенденция к ее росту). По мнению экспертов [6], явление резкого увеличения количества ВИЧ-инфицированных, наблюдавшееся в 2000–2001 гг., обусловлено проникновением вируса в популяцию потребителей наркотиков в связи с распространением наркомании в России. А до 2000 г. половой путь составлял до 100 % случаев в выявленной заболеваемости.

Таким образом, в динамике ВИЧ-инфекции можно отметить как качественные, так и количественные изменения, водоразделом которых служит 2001 г. Соответственно, представляется обоснованным создание моделей распространения ВИЧ-инфекции до и после 2001 г.

Модель развития ВИЧ-инфекции с 1996 по 2001 г. выглядит следующим образом (рис. 3).

Для данного графика подобрана аппроксимирующая функция, которая описывается следующим уравнением:

$$y = 1323,5x^4 - 1E+07x^3 + 3E+10x^2 - 4E + 13x + 2E+16$$

с математическим ожиданием $\delta = 0,9789$. Данная модель демонстрирует неравномерно возрастающую тенденцию заражения ВИЧ, окончание которой приходится на 2001 г.

Модель развития ВИЧ-инфекции после 2001 г. представлена на рис. 4.

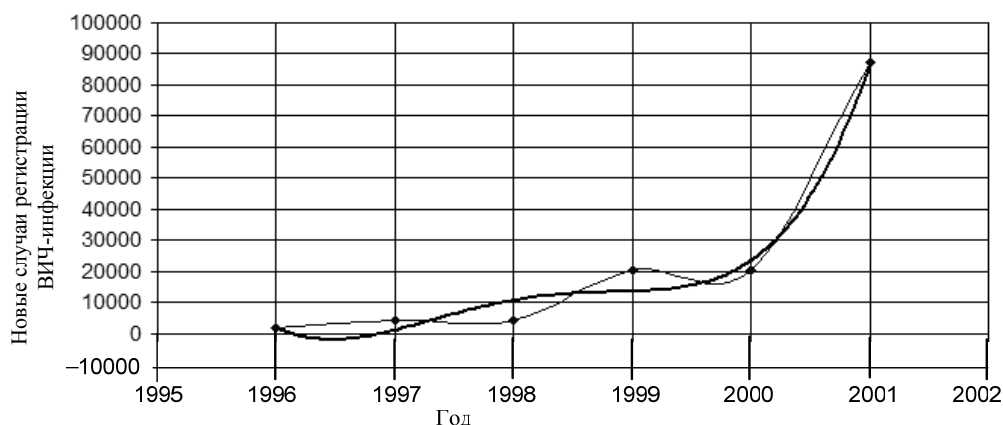


Рис. 3. Распространенность ВИЧ-инфекции и СПИДа среди населения Российской Федерации в 1996–2001 гг. (— – аппроксимирующая функция; ◆ – динамика распространения)

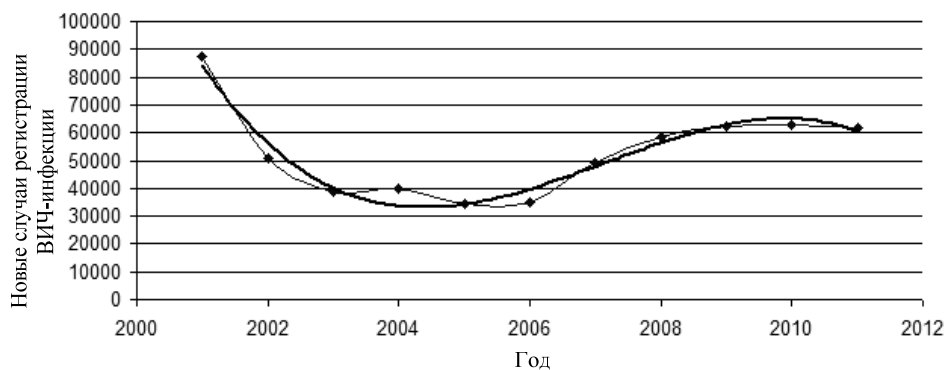


Рис. 4. Распространенность ВИЧ-инфекции и СПИДа среди населения Российской Федерации в 2001–2012 гг. (— – аппроксимирующая функция; ◆ – динамика распространения)

Для данного графика подобрана аппроксимирующая функция, которая описывается следующим уравнением:

$$y = 10,207x^4 - 82302x^3 + 2E+08x^2 - 3E+11x + 2E+14$$

с математическим ожиданием $\delta = 0,9549$. Экстраполяция существующей тенденции на грядущий 2012 год показывает возможность стабилизации или некоторого увеличения количества вновь зарегистрированных ВИЧ-инфицированных.

Выводы

1. В динамике распространения ВИЧ-инфекции в России отчетливо просматриваются два независимых периода, границей между которыми служит 2001 г. Для каждого из этих периодов создана своя математическая модель распространения ВИЧ-инфекции, обладающая степенной зависимостью.

2. Представляется перспективным проведение анализа статистической связи между социальными и политическими процессами, происходящими в Российском обществе, и динамикой распространения ВИЧ-инфекции, которая может рассматриваться в качестве индикатора социального благополучия.

3. Экстраполяция существующей тенденции распространения ВИЧ-инфекции показывает возможность стабилизации или некоторого увеличения ко-

личества вновь зарегистрированных ВИЧ-инфицированных граждан России.

Библиографические ссылки

1. *Куприяшкина-Максилл С. В.* Влияние грантов глобального фонда на политику в области ВИЧ/СПИДа в Украине // Русский журнал «СПИД, рак и общественное здоровье». – 2010. – Т. 14. – № 1(23). – С. 27.
2. *Мазус А. И.* Особенности профилактики ВИЧ-инфекции на территории Российской Федерации / Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. – М., 2011.
3. *Nosova E. A., Romanyukha A. A.* Regional index of HIV infection risk based on factors of social disadaptation // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modeling. – 2009. – Vol. 24. – Issue 4. – P. 325–340.
4. *Покровский В. В., Ладная Н. Н., Соколова Е. В., Буравцова Е. В.* // Информационный бюллетень «ВИЧ-инфекция». – 2009. – № 33.
5. *Пономарев С. Б.* Проблема СПИДа с позиций макроэкологии // Проблемы энерго- и ресурсосбережения и охраны окружающей среды : Материалы науч.-технич. конф. (Ижевск, 20 апреля 2007 г.) – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2008. – С. 56–63.
6. *Денисов Б. П., Сакевич В. И.* Динамика эпидемии ВИЧ/СПИД // Социологические исследования – 2004 – № 1. – С. 75–85.

S. B. Ponomarev, DSc in Medicine, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

K. A. Romanov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. M. Abashev, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Problem of HIV Infection Spread Modeling

The paper is devoted to development of the mathematical model, allowing to predict the spread of HIV infection.

Key words: HIV infection, mathematical model.

УДК 658.5.011

Ю. Г. Гусян, Тольяттинский государственный университет

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассматривается проблема обеспечения качества изготовления деталей машиностроения; необходимость обеспечения системного подхода к управлению качеством изготовления; дается обоснование возможности применения логистического подхода к управлению качеством изготовления деталей машин.

Ключевые слова: управление качеством, логистический подход к управлению качеством, технологическое обеспечение деталей машин, технологическая наследственность.

Развитие подходов к управлению качеством происходило по пути усложнения технологии изготовления, методов и средств контроля, попыток комплексного подхода к управлению всей совокупности процессов, оказывающих влияние на качество [1].

Для домануфактурного периода характерно, что мастер-ремесленник самостоятельно выполнял все операции по созданию продукта от начала до конца и в состоянии был оценить весь объем работ, внести коррективы в процесс сразу при обнаружении несоответствия. Этот подход к управлению можно назвать