

В.А. Батури, д-р физ.-мат. наук, **А.Б. Столбов**

(Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Иркутск),

В.Ю. Малов, д-р экон. наук, **Б.В. Мелентьев**, д-р экон. наук

(Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,
Новосибирск),

Н.В. Ефимова, д-р мед. наук

(НИИ медицины труда и экологии человека НЦ МЭ ВСНЦ СО РАМН, Ангарск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИКО-ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ¹

Рассматриваются модели медико-эколого-экономических систем двух уровней. На первом уровне моделируется динамика агрегированных экономических и экологических показателей, на втором – динамика заболеваемости населения. Подход применяется для сценарного анализа развития регионов азиатской части России.

Ключевые слова: математическое моделирование, здоровье населения, экономика, экология, сценарный анализ.

Введение

Построение математических моделей воздействия факторов окружающей среды на заболеваемость населения является важным элементом системного анализа влияния экологии на здоровья человека. В рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 79 разрабатываются медико-эколого-экономические математические модели регионов азиатской части России (АЧР). Отличительной чертой таких моделей является то, что экономические и экологические факторы рассматриваются и описываются как равноправные взаимодействующие составляющие единой динамической системы. Преимуществом данных моделей является то, что они позволяют оценивать развитие АЧР на макроуровне через рассмотрение взаимодействия регионов масштаба федеральных округов и областей. Учитывая высокий уровень агрегирования, данные модели используются не для точного прогноза значений показателей, а для сравнительного анализа различных вариантов развития регионов (сценариев) в течение длительного времени (период расчетов от 5 лет).

При моделировании медико-экологические показатели рассматривают агрегированно. Если для большинства показателей модели (например, площадь сельскохозяйственных угодий или запас деловой древесины) такое рассмотрение является адекватным задачам исследования, то при анализе здоровья населения в рамках этих моделей важно иметь не только агрегированное представление, но и оценить специфику районов региона, где проживает его большая часть. Для этого необходимо, во-первых, более подробно рассматривать структуру показателей

¹Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РГНФ № 09-02-00650 и междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 79.

заболеваемости, во-вторых, исследовать показатели не на уровне региона АЧР, а на более детальном уровне (например, город). Решение этих задач становится возможным при введении в рассмотрение модели второго уровня. При этом значения экономических и экологических показателей по-прежнему моделируются на макроуровне и используются в модели второго уровня.

Модель первого уровня

Система концептуальных моделей первого уровня, отражающая исследуемые эколого-экономические процессы на уровне региона, представляет собой следующую систему соотношений. Баланс для продукции n отраслей и m видов ресурсов в регионе имеет вид:

$$X(t) \geq A(t)X(t) + A^{(y)}(t)y(t) + \alpha Z(t) + X^{ex}(t) - X^{im}(t) + q(t) + Bu + B^{(y)}w. \quad (1)$$

Уравнение динамики ресурсов:

$$\dot{R} = Q(R - R^*) - CX - Du - D^{(y)}w - C^{(L)}L + Jy - R^{ex} + R^{im}. \quad (2)$$

Уравнения динамики фондов:

$$\dot{F} = \beta u - \Delta F; \quad \dot{F}^{(y)} = \beta^{(y)}w - \Delta^{(y)}F^{(y)}; \quad 0 \leq X_i \leq V_i(F_i); \quad 0 \leq y_j \leq Y_j(F_j^{(y)}). \quad (3)$$

Ограничения на трудовые ресурсы:

$$l(t)X \leq L(t). \quad (4)$$

Ограничения на отдельные переменные:

$$\underline{N}(t) \leq X(t) \leq \bar{N}(t). \quad (5)$$

Данная модель разрабатывалась в соответствии с подходом, который использовался при разработке эколого-экономических стратегий развития Байкальского региона, и более подробно представлена в [1], поэтому поясним только основные переменные модели: $X(t)$ – вектор выпуска продукции по отраслям; $Z(t)$ – объем конечного потребления; $b(t)$ – вектор, характеризующий долю отраслей в конечном потреблении; $q(t)$ – объем продукции для государственных нужд; R^* – вектор невозмущенного состояния ресурсов; $R(t)$ – вектор, характеризующий состояние ресурсов; $y(t)$ – интенсивность экзогенного возобновления ресурсов (разведка, восстановление, очистка); $w(t)$ – инвестиции, на восстанавливающие отрасли; $u(t)$ – инвестиции в основное производство; F – основные фонды; $F^{(y)}$ – основные фонды восстановительной отрасли; $L(t)$ – количество трудовых ресурсов.

Система таких типовых моделей первого уровня рассматривается для 15 регионов АЧР. Используется следующая структура показателей: 38 отраслей экономики, 7 показателей экологического блока (загрязнение воды, доли ПДК, загрязнение атмосферного воздуха, доли ПДК, средний запас леса, м³/га, площадь сельскохозяйственных земель, га, запасы биоресурсов, тыс. руб., запасы минеральных ресурсов, тыс. руб., общая заболеваемость).

Модель второго уровня

Модель динамики заболеваемости населения является моделью второго уровня и охватывает более широкий, чем в моделях первого уровня, спектр показателей состояния, оставаясь по своей структуре близкой к модели первого уровня. Исследуется обращаемость населения за медицинской помощью по разным

видам заболеваемости, разбитая по трем возрастным группам. Значения показателей модели второго уровня в этом случае можно считать как дезагрегацию показателя модели верхнего уровня (общая заболеваемость). Модель второго уровня задается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dz}{dt} = Q^{II} z + C^{II} R^{ch} + A^{II} R^{ac} + B^{II} R^{int} + D^{II} G + D^{inf} g(G), \quad (6)$$

где $z = x - x^*(t)$ – отклонение от естественного состояния показателей модели; $x(t)$ – векторный показатель, характеризующий состояние здоровья населения; $R^{ch}(t)$ – вектор, характеризующий уровень хронического загрязнения в некоторый период (в этот вектор включаются те загрязняющие вещества, для которых существует дополнительная экспертная информация для идентификации); $R^{ac}(t)$ – вектор краткосрочного сильного загрязнения; $R^{int}(t)$ – скалярный интегральный показатель загрязнения атмосферного воздуха, рассчитанный по Пинигину [2] для веществ, не вошедших в вектор $R^{ch}(t)$; $G(t)$ – вектор, характеризующий состояние здравоохранения; $g(G)$ – характеристическая функция; Q^{II} – матрица, отражающая процесс самовосстановления и взаимовлияния показателей модели; C^{II} , A^{II} , B^{II} – матрицы, отражающие влияние $R^{ch}(t)$, $R^{ac}(t)$, $R^{int}(t)$; D^{II} – матрица, отражающая процесс восстановления здоровья населения за счёт текущей деятельности учреждений здравоохранения; D^{inf} – матрица, отражающая увеличение приборной базы или расширения основных фондов учреждений здравоохранения. Подход к построению подобных моделей второго уровня, описывающих динамику заболеваемости населения, подробно представлен в монографии [3].

Переход от модели первого уровня ко второму осуществляется через пересчет воздействия загрязнений. Рассмотрим этот переход на примере с $R^{ch}(t)$:

$$R^{ch}(t) = p_j \alpha(X(t), C) R(t). \quad (7)$$

Здесь $R(t)$ – уровень загрязнений, рассчитанный для региона по модели первого уровня; p_j – показатель, отражающий долю компонента R_j^{ch} в R в соответствии со сложившейся в регионе структуре загрязнений; $\alpha(X(t), C)$ – функция, отражающая изменение в сложившейся структурой загрязнителей в зависимости от выбранного сценария развития региона. Структура выбросов по загрязнителям и структура экономики по видам производства для города определяются на основе существующих статистических данных.

Заключение

Предложена методика перехода от моделей первого к модели второго уровня для показателей заболеваемости населения. Использование моделей второго уровня позволяет более подробно рассматривать структуру заболеваемости и учитывать особенности районов региона. Рассматриваемый подход был применен при анализе заболеваемости населения городов Иркутской области при реализации различных видов сценариев экономического развития АЧР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эколого-экономическая стратегия развития региона / В.И.Гурман и др. – Новосибирск: Наука, 1990.

2. Пинигин М.А. Гигиенические основы оценки степени загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 1993. – №7. – С. 4-8.
3. Моделирование и оценка состояния медико-эколого-экономических систем / под ред. В.А.Батурина. – Новосибирск: Наука, 2005.

E-mail stolboff@icc.ru.

УДК 618.21
М523

М.С. Тулупова, канд. мед. наук

(консультативно-диагностический центр «Парацельс», Владивосток),

Е.В. Пегова, канд. биол. наук, **Г.А. Меркулова**

(научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Владивосток – Магадан)

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ДГКТД-01 ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН, ПЛАНИРУЮЩИХ БЕРЕМЕННОСТЬ

По анализу значимости показателей, полученных при мониторинге здоровья у женщин, планирующих беременность, и женщин с диагностированной истмико-цервикальной недостаточностью выявлены диагностические амплитудно-конфигурационные особенности показателей в сегментах зона проекции шейки матки.

Ключевые слова: мониторинг здоровья, беременность.

Очевидна огромная социальная роль мониторинга состояния здоровья человека как процесса объективного динамического наблюдения для раннего выявления дисфункций, предупреждения развития заболеваний [2] с позиции профилактической медицины. Особенно это актуально в перинатологии, акушерстве и репродуктологии. В настоящее время одним из основных критериев здоровья нации являются уровень и структура перинатальной заболеваемости и смертности. Несмотря на достигнутые успехи в выхаживании недоношенных детей, удельный вес инвалидизирующих расстройств, среди них остается высоким. Следовательно, дети, родившиеся недоношенными, представляют серьезную проблему роста соматической и психопатологической заболеваемости детей и подростков, снижая уровень здоровья нации в целом. Одной из причин невынашивания беременности до срока родов является истмико-цервикальная недостаточность (ИЦН). Учитывая, что данная патология может развиваться на любом сроке гестации, и по имеющимся данным встречается у 34% женщин, страдающих недонашиванием беременности, целесообразно мониторировать здоровье женщин, планирующих беременность, и как можно раньше выявлять риск развития ИЦН, что позволит своевременно провести профилактические мероприятия [4].

Современные методы диагностики, используемые для мониторинга индивидуального здоровья, должны быть объективными, неинвазивными, экономич-