

системе разработан интерфейс, позволяющий осуществлять экспорт и импорт во внешние источники, редактировать и формировать данные в базе.

Разработанный программный комплекс может быть непосредственно использован при создании программно-алгоритмического обеспечения систем поддержки принятия управленческих решений и в существующих моделях продуктивности и прогнозирования урожайности зерновых культур.

В докладе отражены: реализация технологии определения лет-аналогов, модификация генератора погодных сценариев, описан банк эмпирико-статистических и динамических моделей для прогноза урожайности зерновых культур.

Моделирование погодных сценариев, основанное на принципе аналогичности¹

*Л.А. Хворова, Н.В. Гавриловская, А.В. Павлова
АлтГУ, г. Барнаул*

При решении задачи прогнозирования хода производственного процесса возникает проблема построения сценария погоды на отрезок времени от даты осуществления прогнозных расчетов до конца периода вегетации, определяющая эффективность использования моделей в системах принятия решений. В докладе рассматривается методика формирования подобных сценариев с помощью принципа аналогичности.

В основу решения данной задачи положена технология определения лет-аналогов. Первый этап в технологии состоит в отнесении всей совокупности исходных объектов к определенному классу на основании исследования системы признаков или показателей, характеризующих эти объекты.

Постановка задачи. Из множества Ω всех исследуемых объектов $\Omega = \{(X^S, Y) : X = \{x_{ij}\}, Y = \{y_s\}, s = \overline{1, n}, i = \overline{1, l}, j = \overline{1, m}, x_{ij} \in R, y_s \in R\}$, где x_{ij} - значения агрометеорологических факторов, y_s - значения фактической урожайности, n - число исследуемых лет, m - число имеющихся агрометеорологических характеристик, $X^S = \{x_{ij}^S\}$ - мат-

¹ Работа выполнена при поддержке ведомственно-аналитической программы «Развитие научного потенциала Высшей школы 2009-2011» №2.2.2.4/4278.

рица размера $l \times m$, определенная для каждого s , – совокупность наблюдаемых признаков объекта, влияющих на один признак y_s , сформировать по определенным критериям подмножества $A_k \in \Omega$ – классы сходных между собой объектов – лет-аналогов вида

$$A_k = \left\{ (X^N, Y_N) : X^N \in X^S, Y_N \in Y, N = \overline{1, a_k}, a_k \leq n \right\},$$

k – количество сформированных классов, обладающих совокупностью факторов, близких между собой по влиянию на результирующий признак объекта y_N , a_k – количество лет-аналогов в соответствующем классе.

Задача второго этапа технологии заключается в том, чтобы из всех подмножеств $A_k \in \Omega$ выбрать класс объектов A_{k_0} , который лучше всего соответствует согласно определенным критериям новому элементу $X^{n+1} = \{x_{i_0 j}^{n+1}\}$, $i_0 = \overline{1, l_0}$; $j = \overline{1, m}$, $l_0 < l$; l обычно принимают равным 365 дням; l_0 – номер дня, с которого производится моделирование погодного сценария.

Для оценки влияния погодных условий на формирование урожая требуется на основе исследования совокупности агрометеорологических параметров классифицировать ситуацию в определенный период вегетационного цикла, учитывая ее влияние на состояние растений, точнее, на урожайность.

Использование этого метода предполагает, что при работе модели на ее вход подаются фактические погодные данные до того момента, с которого начинается прогнозирование. Для состыковки (сглаживания) фактических данных и данных лет-аналогов фиксируются отклонения фактических данных на дату прогноза и отклонения данных года-аналога. Эти отклонения сглаживаются с помощью динамического звена первого порядка, отфильтровывающего флуктуации.

Моделирование погодных сценариев было произведено на независимом материале. В докладе рассмотрены три случая:

- 1) выбор лет с максимальной, минимальной и средней урожайностью (1961, 1966, 1984, 1998, 2001, 2006 гг.);
- 2) последние годы и годы предыдущих десятилетий (1981, 1994, 2007-2010 гг.);
- 3) случайным образом сгенерированные годы (1961, 1969, 1972, 1983, 2000, 2002 гг.).

Анализ результатов применения данной технологии для оценки урожайности зерновых культур показал хорошее совпадение фактической урожайности с расчетной по погодным сценариям лет-аналогов.

Это говорит о том, что смоделированные погодные сценарии могут успешно применяться для текущего планирования и перспективного прогнозирования урожайности зерновых культур.

Модель нестационарного диффузионного переноса примесей в задачах экологического состояния атмосферы

Л.А. Хворова, Е.В. Резанова
АлтГУ, г. Барнаул

В докладе рассматривается применение вычислительных моделей и эффективных алгоритмов на основе метода покоординатного расщепления для решения задач прогноза переноса и рассеяния загрязнений на основе оперативной метеорологической информации.

Математические модели, связанные с описанием явления диффузионного переноса загрязнений в пределах пограничного слоя атмосферы, основаны на нестационарных трехмерных уравнениях параболического типа.

Пусть $P=P(x,y,z)$ – точка в пространстве, $P \in \Omega \subset R^3$, $q(P,t)$ – концентрация примесей в точке пространства P в момент времени t , $t \in [0, T]$.

Тогда уравнение переноса субстанции в турбулентной среде в области Ω можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q(P,t)}{\partial t} + \alpha(t) \cdot q(P,t) + \frac{\partial}{\partial x} (V_x(P,t) \cdot q(P,t)) + \frac{\partial}{\partial y} (V_y(P,t) \cdot q(P,t)) + \\ + \frac{\partial}{\partial z} (V_z(P,t) \cdot q(P,t)) - \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x(P,t) \cdot \frac{\partial q(P,t)}{\partial x} \right) - \\ - \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y(P,t) \cdot \frac{\partial q(P,t)}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z(P,t) \cdot \frac{\partial q(P,t)}{\partial z} \right) = S(P,t) \end{aligned} \quad (1)$$

где $V_x(P,t)$, $V_y(P,t)$, $V_z(P,t)$ – компоненты вектора скорости ветра; $\alpha(t)$ – коэффициент, характеризующий степень вывода или привнесения примесей в данный объем за счет химических или других процессов, протекающих в приземном слое атмосферы; $K_x(P,t)$, $K_y(P,t)$, $K_z(P,t)$ – турбулентность, характеризуемая коэффициентом турбулентной диффузии. Перенос осуществляется вдоль координатных осей \overline{Ox} , \overline{Oy} , \overline{Oz} ; $S(P,t)$ – источник примесей.

Искомая функция $q(P,t)$ удовлетворяет начальным условиям: