

UDC 004.942

Using of a Dynamic Computer Model of the Agricultural Ecosystem For the Operational and Long-Term Forecasting of Agricultural Production

¹Lyibov A. Khvorova²Nadezhda V. Gavrilovskaya

¹Altai State University, Russia
Lenin street, 61, Barnaul, Altai region, 656099
PhD, Associate professor
E-mail: hla@math.asu.ru

²Altai State University, Russia
Lenin street, 61, Barnaul, Altai region, 656099
PhD, Associate professor
E-mail: gavrilovskayanv@gmail.com

Abstract. The article deals with the prediction of crop productivity. For these purposes: a dynamic model AGROTOOL, software packages developed by the authors to identify the model parameters, processing and analysis of experimental data, technology of weather scenarios implementations.

Keywords: agroecosystem; the dynamic model; forecasting; agricultural production.

Введение. Подъем и стабильное функционирование сельского хозяйства и агропромышленного производства являются приоритетными направлениями политики государства в последние годы. Сами производители сельскохозяйственной продукции и научно-исследовательские институты испытывают новые методы и технологии ведения сельскохозяйственного производства. Примером тому может служить дифференцированная технология точного земледелия, которая базируется на достижениях не только традиционных областей агрономической науки, но и других областей знаний, в частности, математического моделирования.

Для эффективного ведения сельскохозяйственного производства субъектам аграрной сферы необходимо обладать аналитической информацией о складывающихся погодных условиях, их возможном воздействии на объекты сельскохозяйственного производства и ожидаемую продуктивность зерновых культур. Сдерживающим моментом в решении этих задач является погодный фактор, компоненты которого могут изменяться в широком диапазоне. Однако на стадии планирования отсутствует необходимая информация о метеорологической ситуации последующего периода, и необходимо принимать решения, исходя из возможного спектра реализаций агрометеорологических факторов для рассматриваемой климатической зоны.

Материалы и методы. В настоящее время разработаны эффективные моделирующие комплексы продукционного процесса сельскохозяйственных растений, такие как AGROTOOL (Агрофизический институт, г. Санкт-Петербург, Россия), EPIC (Soil & Water Research Laboratory, USDA-ARS), AGROSIM (Centre for Agricultural Landscape Research, Müncheberg, Germany) и другие, которые способны спрогнозировать последствия агротехнологических мероприятий, встраиваясь непосредственно в технологию принятия решений. Но и их использование сдерживается отсутствием необходимой агрометеорологической информации будущего периода.

Для решения данной проблемы авторами на базе имитационно-моделирующего комплекса AGROTOOL разработаны адаптивные математические модели, алгоритмы и программы поэтапного прогнозирования агрометеорологических факторов и урожайности зерновых культур, основанные на принципе аналогичности.

Обсуждение. Алгоритм и реализация поэтапного прогнозирования урожайности зерновых культур включает:

- 1) формирование информационного обеспечения: сбор и расчет агрометеорологических показателей, предварительный статистический анализ и оценку достоверности экспериментальных данных;
- 2) технологию определения лет-аналогов: кластеризацию данных, выбор оптимального разбиения на кластеры, образование классов лет-аналогов;
- 3) моделирование погодных сценариев, основанное на использовании двух подходов: принципа аналогичности и стохастических методов;
- 4) оценку урожайности с помощью имитационно-моделирующего комплекса AGROTOOL.

Применение математических моделей и программных средств прогнозирования агрометеорологических факторов, оценка урожайности яровой пшеницы в условиях Алтайского края, разработанный авторами программный комплекс для обработки агрометеорологических данных и информационного обеспечения моделей продуктивности зерновых культур, а также анализ численных расчетов поэтапной оценки урожайности яровой пшеницы по смоделированным погодным сценариям с использованием имитационно-моделирующего комплекса AGROTOOL приведены в публикациях [1–5].

Результаты. Для оперативного и долгосрочного прогнозирования сельскохозяйственного производства авторами разработан комплекс технологических и информационных средств для имитационно-моделирующего комплекса продуктивности AGROTOOL, включающий, во-первых, программный модуль обработки и подготовки экспериментальных данных для модели.

Для идентификации параметров модели к условиям других регионов и климатических условий разработано специальное программное приложение. При переносе моделей на другие почвенно-климатические условия требуется идентифицировать ряд параметров, входящих в модель, характеризующих почвенно-климатические условия региона и особенности сельскохозяйственной культуры. Параметрическая идентификация динамических моделей продуктивности и их адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям являются главным условием их применимости. Учитывая приближенный характер процесса моделирования и неопределенность в задании входной информации, исследование чувствительности модели к вариации ее параметров также является актуальной и практически важной задачей. Решение данной задачи осуществляется в программном приложении.

Параметрическая идентификация и анализ модели AGROTOOL на чувствительность были проведены по данным агрометеорологических, почвенных и сельскохозяйственных измерений АНИИСХОЗа ОПХ им. В.В. Докучаева. О качестве проведенной параметрической идентификации и применимости модели для оценки урожайности зерновых культур в условиях Алтайского края можно судить по рисунку.

Проблема оценки агрометеорологических параметров от даты прогноза до окончания вегетационного периода является одной из основных в моделировании и решается формированием погодных сценариев с использованием технологии лет-аналогов и генератора погодных данных (с помощью стохастических методов).

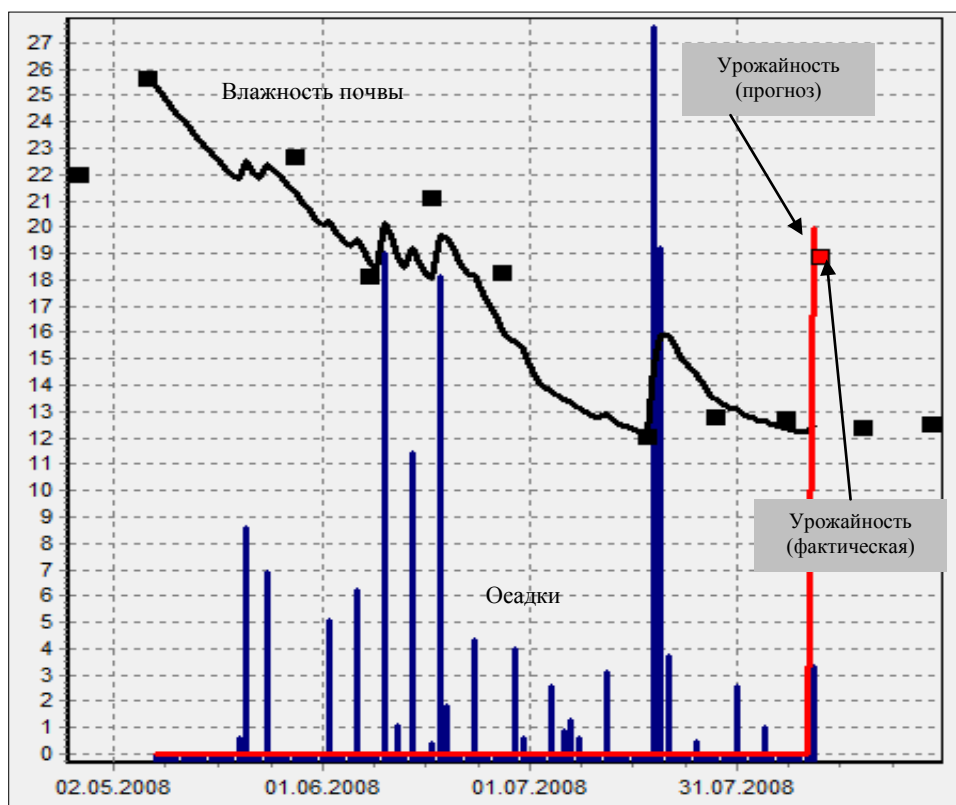


Рис. Фактические и расчетные данные по влажности почвы и урожайности яровой пшеницы

Обозначения: влажность почвы: ■ – фактическая, — расчетная;
— фактические осадки, урожайность: ■ фактическая, — расчетная.

Выводы. Совместное использование динамической компьютерной модели AGROTOOL и информационных технологий для упреждающей оценки урожайности зерновых культур создает мощную информационную основу для оперативного и долгосрочного прогнозирования, разработки управленческих решений в сфере сельскохозяйственного производства.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Изучение процессов конвекции и теплопереноса в анизотропных областях и областях с границами раздела» № 7.3975.2011.

Примечания:

1. Гавриловская Н.В. Особенности оценки урожайности зерновых культур с помощью поиска года-аналога // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2009. Т. 16, вып. 2. С. 305–306.

2. Хворова Л.А., Брыксин В.М., Гавриловская Н.В. Использование информационных технологий при прогнозировании урожайности зерновых культур // Научно-технические ведомости СПбГПУ: Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. №5. С. 23–30.

3. Гавриловская Н.В., Хворова Л.А. Информационно-прогностическая система сбора, обработки, анализа и обобщения агрометеорологической информации // Известия АлтГУ. 2010. №1. С. 65–68.

4. Хворова Л.А., Гавриловская Н.В. Адаптивная идентификация структуры динамических моделей продукционного процесса сельскохозяйственных растений // Известия АлтГУ. 2010. №1/2. С. 139–144.

5. Гавриловская Н.В., Топаж А.Г., Хворова Л.А. Моделирование погодных сценариев для оценки урожайности зерновых культур в условиях Западной Сибири // Известия АлтГУ. 2011. №1. С. 71–77.

УДК 004.942

Использование динамической компьютерной модели агроэкосистемы для оперативного и долгосрочного прогнозирования сельскохозяйственного производства

¹ Любовь Анатольевна Хворова

² Надежда Владимировна Гавриловская

¹ Алтайский государственный университет, Россия
Алтайский край, г. Барнаул, 656099, г. Барнаул, пр. Ленина, 61
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: hla@math.asu.ru

² Алтайский государственный университет, Россия
Алтайский край, г. Барнаул, 656099, г. Барнаул, пр. Ленина, 61
Кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: gavrilovskayanv@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются вопросы использования имитационно-моделирующего комплекса AGROTOOL, специализированных программных пакетов, разработанных авторами для идентификации параметров модели, обработки и анализа экспериментальных данных, технологии формирования сценариев погодных реализаций для прогнозирования продуктивности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: агроэкосистема; динамическая модель; прогнозирование; сельскохозяйственное производство.