

Секция 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 004.9

Информационно-программное обеспечение моделей продуктивности агроэкосистем

А.В. Абрамова, И.А. Кунгуров
АлтГУ, г. Барнаул

Степень использования моделей производственного процесса и качество прогноза урожайности сельскохозяйственных культур по ним зависит от их информационно-программного обеспечения (средств поддержки).

Доступность моделей для потенциальных пользователей может быть обеспечена с помощью научных порталов, в рамках которых модели из изолированного программного продукта могут превратиться в универсальную среду и инфраструктуру математического моделирования в агроэкологии и могут быть использованы в качестве научного полигона для динамического моделирования конкретных агроэкологических процессов.

В настоящее время проводятся разработка и внедрение современного, высокотехнологичного и многофункционального портала модели производственного процесса AGROTOOL [1]. Имитационно-моделирующий комплекс AGROTOOL разработан в лаборатории математического моделирования агроэкосистем Агрофизического научно-исследовательского института в г. Санкт-Петербурге. Вызываемая из оболочки модель описывает производственный процесс полевых культур и производит расчет динамики формирования урожая, начиная с посева и заканчивая уборкой. На открытом Интернет-ресурсе создан портал научного сообщества «AGROTOOL», реализована идея разделения контента сайта на два информационных домена, различающихся по степени защищенности данных.

Содержимое первого домена представляет собой общедоступную информацию о модели AGROTOOL и открыто для доступа всем желающим. В данном информационном домене опубликованы материалы, посвященные модели AGROTOOL, в том числе:

- статьи в научных изданиях;
- руководство пользователя;
- описание входных данных для модельных расчетов;
- файлы модели для свободного скачивания;
- демонстрационные наборы входных данных для различных типов почв и культур;
- форум пользователей.

Второй информационный домен представляет собой мини-социальную сеть для информационного обеспечения сообщества разработчиков модели. В рамках домена реализованы следующие функциональные возможности:

- репозиторий исходного кода для «стволовой» версии модели и «веток» расширяемых модулей группами разработчиков, позволяющий вести корпоративное редактирование программного кода в распределенном режиме;
- репозиторий наборов калиброванных исходных данных для различных культур и почвенно-климатических условий;
- форум разработчиков для обсуждения модификации и структурно-функционального расширения модели.

Однако, модель, реализованная в виде законченного программного продукта, содержит набор неопределенных параметров, которым для запуска модели на счет должны быть присвоены конкретные значения. Наличие таких параметров делает структуру модели универсальной и способной имитировать производственный процесс различных культур, возделываемых в разных почвенно-климатических условиях. В качестве входных данных модели должны выступать предполагаемые погодные сценарии прогнозного года. Для решения этих задач разработан программный комплекс, предназначенный для адаптации модели производственного процесса сельскохозяйственных культур AGROTOOL и прогнозирования урожайности в условиях Алтайского Приобья. Программный комплекс включает в себя:

- модуль предварительного статистического анализа и оценки достоверности экспериментальных агрометеорологических данных;
- модуль идентификации параметров и анализа модели AGROTOOL на чувствительность к вариациям входных данных;
- модуль формирования погодных сценариев с определением значений основных агрометеорологических параметров на основе погодных реализаций лет-аналогов.

Первый модуль осуществляет проверку и устранение неоднородности и противоречивости в исходной информации; формирует по многолетним ежедневным данным обобщенные агрометеорологические

показатели для предварительного, уточняющего и окончательного этапов прогноза урожайности (производится подготовка данных для третьего модуля).

Второй модуль реализует процедуру идентификации параметров модели AGROTOOL к почвенно-климатическим условиям региона и особенностям сельскохозяйственной культуры, осуществляет анализ модели на чувствительность с помощью системы поливариантных расчетов [2, 3]. В модели AGROTOOL идентификации подлежат параметры блоков динамики почвенной влаги, роста и развития растений, формирования урожая.

В третьем модуле для решения задачи формирования погодных сценариев используется технология определения лет-аналогов, в основе которой лежат принципы аналогичности и классификации агрометеорологических факторов [4]. Под принципом аналогичности понимается использование информации за предыдущие года для текущего прогноза путем выделения лет-аналогов. Цель поиска лет-аналогов состоит в том, чтобы на основе различных характеристик объекта классифицировать его, то есть отнести к одной из нескольких групп (классов) некоторым оптимальным способом. В результате применения процедуры классификации исходная совокупность объектов разделяется на кластеры или группы (классы) схожих между собой объектов. Под объектами классификации понимаются годы, а в качестве признаков или показателей, характеризующих эти объекты, выступают агрометеорологические факторы. Исследуемый объект (год) попадает в тот класс сходных между собой лет, когда расстояние (отдаленность) между ним и центром кластера будет достаточно маленьким [5–7].

На основе этой методики для тестового года генерируются возможные погодные сценарии, а затем моделью AGROTOOL осуществляется прогноз урожайности сельскохозяйственных культур. В модуле формирования погодных сценариев также реализованы метод главных компонент для определения наиболее значимых обобщенных факторов и метод k -средних для формирования кластеров близких по выбранным параметрам лет [6, 7].

База агрометеорологических данных для проведения идентификации параметров модели AGROTOOL и анализа модели на чувствительность к вариации значений ее параметров осуществлена по данным агрометеорологических, почвенных и сельскохозяйственных измерений АНИИСХОЗа ОПХ им. В.В. Докучаева и метеорологической станции г. Барнаула. Авторы благодарны бывшему руководителю отдела наблюдений метеорологической станции **Леконцеву Борису Алексеевичу** за постоянную поддержку научных исследований, про-

водимых студентами, магистрантами, аспирантами и преподавателями математического факультета в области прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в условиях Алтайского Приобья.

Разработанный программный комплекс будет представлен на научном портале и открыт для доступа всем желающим. В перспективе предполагается расширение портала AGROTOOL за пределы одной модели и превращение его в портал единого реестра агроэкологических моделей, созданных различными научными коллективами.

Работа выполнена в рамках программы стратегического развития ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет» на 2012-2016 годы «Развитие Алтайского государственного университета в целях модернизации экономики и социальной сферы Алтайского края и регионов Сибири», мероприятия «Конкурс грантов», грант №2013.312.1.66 «Разработка параллельных алгоритмов численного исследования процессов тепло- и массопереноса в многомерных областях для задач рационального природопользования» и государственного задания «Изучение процессов конвекции и теплопереноса в анизотропных областях и областях с границами раздела» № 7.3975.2011.

Библиографический список

1. Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. – СПб., 2006.
2. Хворова Л.А., Топаж А.Г. Динамическое моделирование и прогнозирование в агрометеорологии. – Барнаул, 2010.
3. Агрогидрологические свойства почв юго-восточной части Западной Сибири. Справочник. – Л., 1979.
4. Гавриловская Н.В., Топаж А.Г., Хворова Л.А. Моделирование погодных сценариев для оценки урожайности зерновых культур в условиях Западной Сибири // Известия АлтГУ. – Барнаул, 2011. №1 (69).
5. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Теория вероятностей и прикладная статистика. – М., 2001.
6. Дронов С.В. Многомерный статистический анализ: учебное пособие. – Барнаул, 2006.
7. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. О принципах автоматической классификации метеорологических объектов // Метеорология и гидрология. 1970. №32.