

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В БЕЛАРУСИ**

Витченко А. Н.<sup>1</sup>, Телеш И. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, г. Минск

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск

В сельскохозяйственном производстве наблюдается разрыв, иногда весьма значительный, между потенциально возможной и реальной урожайностью культур, получаемой на практике. Подобная потеря биологической продуктивности агрофитоценозов в большинстве случаев обусловлена несоответствием динамики ландшафтно-экологических факторов динамике продукционного процесса растений в течение вегетационного периода. С целью оптимизации их согласования приходится осуществлять комплекс агроэкологических мероприятий. Эффективность реализации этих мероприятий во многом определяется наличием объективной информации о теоретически возможном пределе и реальной продуктивности агрофитоценозов природно-территориальных комплексов.

Расчет продуктивности сельскохозяйственных культур базируется на методе анализа агроэкологического потенциала ландшафтов, основанном на синтезе концепции максимальной продуктивности, сельскохозяйственных культур и ландшафтно-экологического подхода с использованием методологии системного анализа и математическом моделировании.

Предложенные методические подходы реализованы в виде динамико-статистической модели и комплексной географической информационной системы агроэкологической оценки продуктивности сельскохозяйственных культур (ГИС «АОП»). Модель построена на принципах координации, субординации и поэтапного «сжатия» информации от анализа частных характеристик к интегральной оценке продуктивности сельскохозяйственных культур. Разработка ГИС «АОП» базируется на динамико-статистической модели, а ее структура состоит из трех основных подсистем: ввода и управления данными, их сортировки и классификации по заданным признакам; вычислительной обработки и комбинирования данных по заданной программе; представление полученной информации в виде таблиц.

Программа ГИС «АОП» написана в среде Delphi на языке Object Pascal. Основным объектом исследования являются среднесуточные

климатические показатели за определенный период времени. Исходные данные находятся в файлах Excel со следующей структурой:

- 1) столбец «А» – название района;
- 2) столбцы «В-Г» – сумма ФАР ( $Q_{\phi}^i$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 3) столбцы «Н-М» – продолжительность вегетационного периода ( $n$ ) в разрезе месяцев (апрель-сентябрь);
- 4) столбцы «N-S» – продолжительность минимального вегетационного периода ( $n'$ ) в разрезе месяцев (апрель-сентябрь);
- 5) столбец «Т» – коэффициент ( $B$ ), отражающий уровень потенциальной эффективности плодородия почв района;
- 6) столбец «U» – средняя калорийность сухой биомассы сельскохозяйственной культуры ( $q$ );
- 7) столбцы «V-AA» – среднесуточная температура воздуха ( $t^{\circ}$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 8) столбцы «AB-AG» – оптимальная среднесуточная температура воздуха ( $t_{opt}^{\circ}$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 9) столбцы «AH-AM» – среднесуточная относительная влажность воздуха ( $F$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 10) столбцы «AN-AS» – максимальная относительная влажность воздуха ( $F_{max}$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 11) столбцы «AT-AY» – сумма атмосферных осадков ( $P$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 12) столбцы «AZ-BE» – максимальная сумма атмосферных осадков ( $P_{max}$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 13) столбцы «BF-BK» – биофизический коэффициент водопотребления сельскохозяйственной культуры ( $K_w$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 14) столбцы «BL-BQ» – среднесуточный дефицит влажности воздуха ( $d$ ) за соответствующий месяц (апрель-сентябрь);
- 15) столбец «BR» – функция воздействия условий перезимовки на продуктивность посевов озимых сельскохозяйственных культур ( $Z$ );
- 16) столбец «BS» – урожай производственный ( $Y_{уп}$ ).

Заголовки столбцов находятся в третьей строке листа, а данные начинаются с четвертой строки. Лист с исходными данными является активным.

Для считывания из Excel, хранения и обработки информации был разработан класс «TVarTable», который находится в модуле VarTable и представляет собой таблицу данных вариантного типа Variant. Дополнительные поля этого класса позволяют определить, является ли эта таблица актуальной (логическое поле Actual), задать имя таблицы, ее

номер. Также в модуле VarTable реализованы функции импорта данных из Excel в таблицу исходных данных, а также общая для всех таблиц функция экспорта в Excel и функции экспорта и импорта из редактора данных главного окна программы.

Для безопасного преобразования данных из одного вида в другой были разработаны функции, собранные в модуле VarFuncs. Функции VarDoubleToString и VarStringToString предназначены для экспорта данных в редактор, в котором все данные представляются строками. Функция VarDoubleToDouble предназначена для получения численного значения, используемого для расчетов.

В модуле TableMath собраны функции для расчета таблиц: Table0ToTable1 – получение данных для расчета из исходных (копирование); Table0ToTable1ex – получение данных для расчета из исходных, начиная с позиции first и заканчивая позицией last; Table1ToTable2 – получение промежуточных расчетных показателей из данных для расчета; Table1ToTable12 – получение итоговой таблицы путем копирования определенных столбцов расчетной таблицы.

Модуль Main содержит класс формы главного окна и отвечает за выполнение функций интерфейса программы. Модуль Splash содержит класс формы окна заставки. Заставка создается как окно без рамки по размеру загруженной картинки из файла «Logo.jpg», расположенное в центре экрана. При запуске программы активируется таймер на 15 с, после чего он деактивируется. Также он деактивируется при нажатии на него левой кнопкой мыши. После деактивации таймера заставка уничтожается и загружается основное окно программы.

При запуске программы появляется заставка, которая закрывается по щелчку мыши или через 15 секунд после старта. После этого появляется главное окно программы. Основные компоненты программы – главное меню программы, редактор данных и список таблиц. Редактор данных служит для отображения исходных и расчетных данных. Список таблиц служит для выбора таблиц для сохранения в файл и вызова уже рассчитанных таблиц в редактор данных. Для вызова таблицы в редактор нужно произвести двойной щелчок по строке списка таблиц, после этого таблица появится в редакторе, если она была предварительно рассчитана. Для выбора таблицы для сохранения в файл нужно отметить галочкой соответствующее поле перед названием таблицы в списке таблиц.

Главное меню программы содержит два пункта: «Файл» и «Таблицы». Пункт «Файл» содержит подпункты «Открыть», «Сохранить таблицы». При выборе пункта «Открыть» открывается диалоговое окно, в котором можно выбрать файл с данными, подготовленный по образцу в

программе Excel. При этом загруженный файл появится в редакторе данных. При выборе пункта «Сохранить таблицы» открывается диалоговое окно сохранения файла, в котором можно указать файл для сохранения рассчитанных таблиц в файл Excel. При этом сохраняются только отмеченные галочками в списке таблицы. Меню «Таблицы» содержит пункты, которые позволяют выбрать данные для расчета («Данные для расчета»), рассчитать все таблицы сразу («Расчет всех таблиц») или по отдельности. Чтобы выбрать данные для расчета, нужно вызвать в редактор исходные данные, выбрать первую строку требуемой области данных, нажать SHIFT, и выбрать последнюю строку области данных, при этом выбранная область данных будет выделена. После этого надо нажать пункт меню «Данные для расчета», при этом для расчета будут выбраны данные из выделенной области. Если выделено менее двух строк, то расчет производится по всем исходным данным.

Параметры предложенной методики и ГИС «АОП» определены для ряда сельскохозяйственных культур возделываемых в Беларуси: озимой ржи, ярового ячменя, кукурузы, льна-долгунца и картофеля.