

Восстановление температуры на поверхности почвы

А.В. Боярская
АлтГУ, г. Барнаул

В наблюдениях метеорологических станций, по причинам не всегда известным, могут отсутствовать данные по температуре на поверхности почвы (минимальной, максимальной, средней) или имеются сравнительно большие пропуски в данных. Кроме того, эти данные могут быть просто не доступны пользователю. Поэтому при формировании массивов минимальной, максимальной и средней температуры почвы на поверхности, возникла необходимость восстановления этих данных [1].

В процессе исследования были рассмотрены следующие варианты восстановления температуры на поверхности почвы.

1. Зависимость максимальной температуры на поверхности почвы от максимальной температуры воздуха.

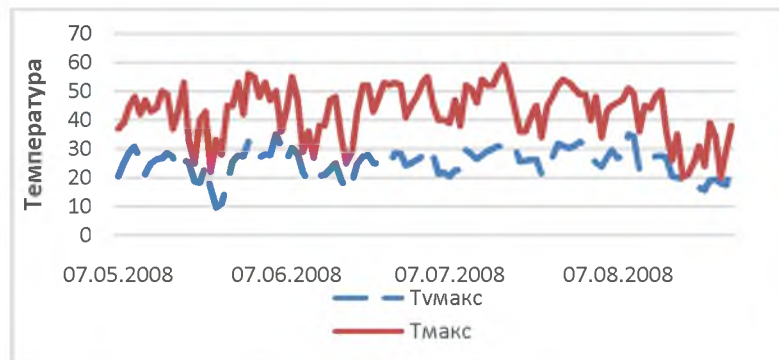


Рисунок 1 – Графики фактических максимальных температур на поверхности почвы и воздуха (2008 г.)

На рисунке 1 приведены графики максимальной температуры на поверхности почвы и максимальной температуры воздуха (2008 г.). Как следует из рисунка, динамика этих температур, практически, идентична. На основании этого можно предполагать о наличии зависимости между указанными данными. Средствами MS Excel было построено уравнение регрессии:

$$T = 1.49 \cdot t_{v \max} + 6.78,$$

по которому осуществлено восстановление максимальной температуры на поверхности почвы (рисунок 2). Среднее квадратическое отклонение составило 6,5.



Рисунок 2 – Динамика фактической и расчетной максимальных температур на поверхности почвы (2008 г.)

2. Зависимость минимальной температуры на поверхности почвы от минимальной температуры воздуха (рисунок 3).

Уравнение регрессии имеет вид:

$$T = 0.99 \cdot t_{v \min} - 1.36.$$

Среднее квадратическое отклонение равно 3,6.

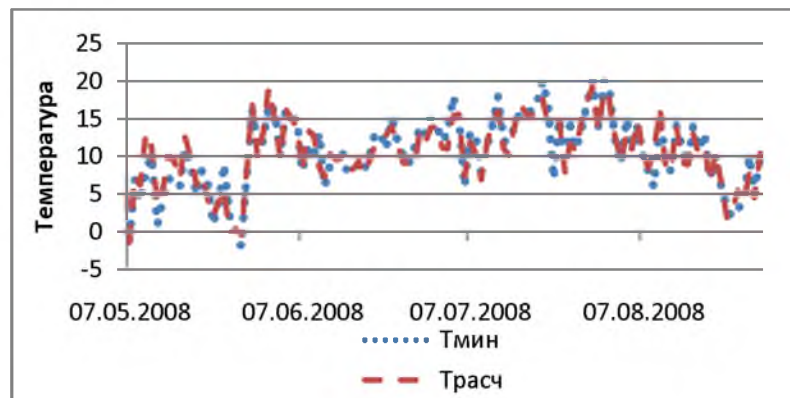


Рисунок 3 – Динамика фактической и расчетной минимальных температур на поверхности почвы (2008 г.)

3. Зависимость максимальной температуры на поверхности почвы от максимальной температуры воздуха и суммарной радиации SumRad [2–5] (рисунок 4).

Уравнение регрессии:

$$T = 0.03 \cdot SumRad + 0.98 \cdot tv \max + 1.29 .$$

Среднее квадратическое отклонение – 5,9.

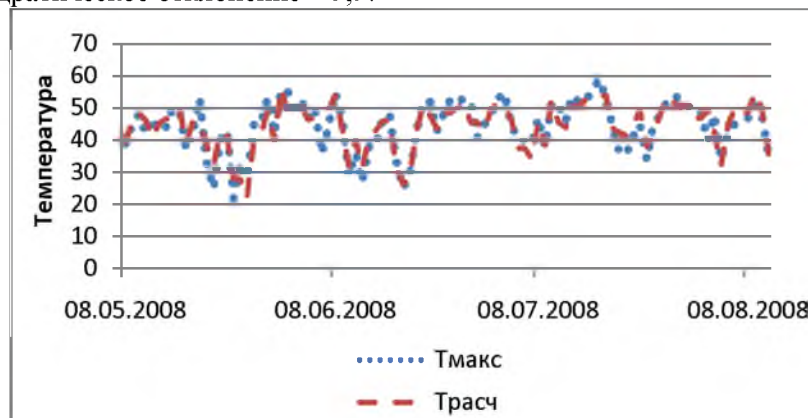


Рисунок 4 – Динамика фактической и расчетной максимальных температур на поверхности почвы (2008 г.)

4. Зависимость минимальной температуры на поверхности почвы от минимальной температуры воздуха и суммарной радиации SumRad [2–5] (рисунок 5).

Уравнение регрессии:

$$T = -0.002 \cdot SumRad + 0.99 \cdot tv \min - 0.3 .$$

Среднее квадратическое отклонение – 3,5.

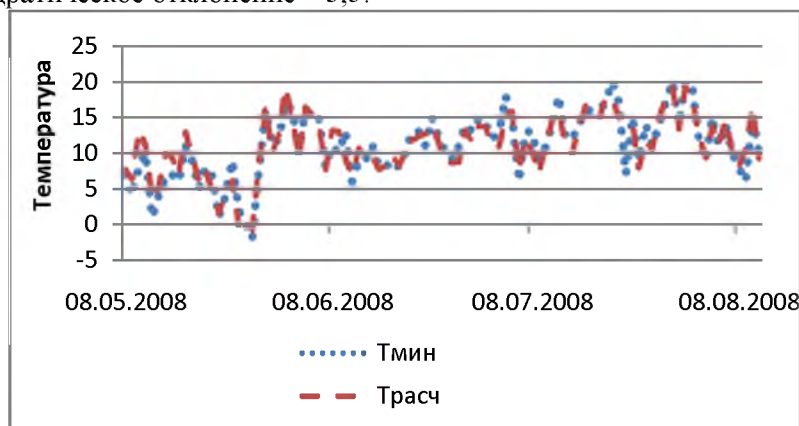
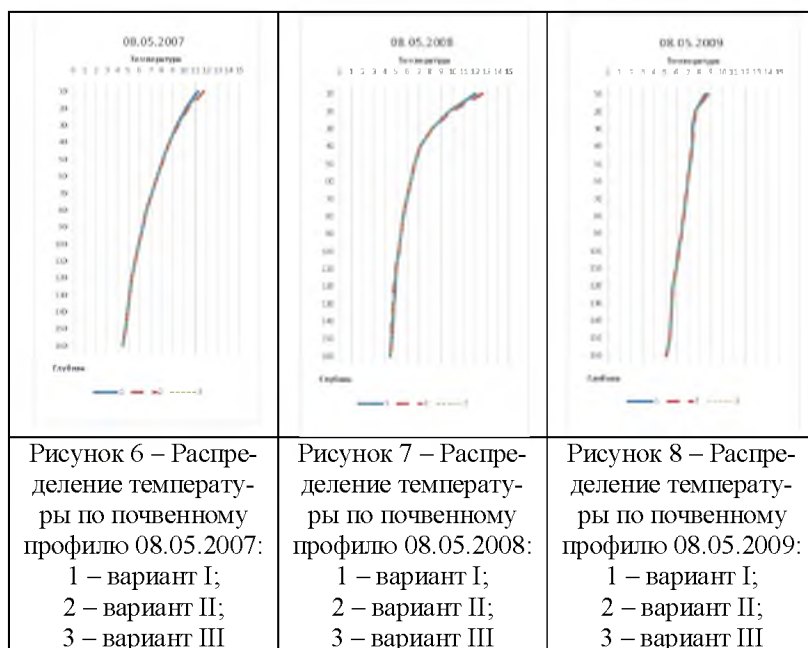


Рисунок 5 – Динамика фактической и расчетной минимальных температур на поверхности почвы (2008 г.)

По смоделированным данным на поверхности почвы были осуществлены расчеты по модели теплового режима для почв Алтайского Приобья [6–8] и проведено сравнение трех расчетных вариантов (таблица).

Таблица – Погрешность расчета температуры на поверхности почвы

Номер варианта	Варианты расчета	Погрешность расчета		
		2007	2008	2009
I	Исходная модель: T_{min} , T_{max} на поверхности почвы фактические	7,9%	5,2%	6,7%
II	T_{min} , T_{max} на поверхности почвы вычислены через T_{min} , T_{max} воздуха	6,8%	5,9%	6,5%
III	T_{min} , T_{max} на поверхности почвы вычислены через T_{min} , T_{max} воздуха и суммарную радиацию (SumRad)	6,5%	5,6%	5,9%



Оценка погрешности по всем вариантам показывает незначительные расхождения фактической температуры на поверхности почвы (T_{min} , T_{max}) с расчетными данными. На рисунках 6–8 представлены расчетные профили температур по фактическим и смоделированным данным за разные годы.

Таким образом, задача восстановления данных по максимальной и минимальной температуре поверхности почвы с использованием минимальных, максимальных температур воздуха и суммарной радиации может быть успешно решена. Данное решение имеет большое практическое значение при отсутствии необходимых фактических данных по температуре на поверхности почвы.

С тепловым режимом почв тесно связаны начало и конец вегетационного периода, пространственное размещение растений, характер распространения корневых систем, скорость поступления к корням питательных элементов. С температурным режимом связаны внутрпочвенное испарение и транспирация, интенсивность азотных трансформаций [9–12], а температурный градиент оказывает непосредственное влияние на движение воды в почве.

Библиографический список

1. Хворова Л.А., Гавриловская Н.В., Лопатин Н.Н. Применение информационных технологий, математических методов и моделей для обработки и анализа многомерных данных // Известия АГУ. – 2006. – №1. – С. 83–88.
2. Гриценко А.А., Рудова Л.Н., Сукачева В.В., Хворова Л.А. Моделирование радиационного режима // Известия АГУ. – 1999. – №1. – С. 36–39.
3. Хворова Л.А., Брыксин В.М., Скобова Т.С. Моделирование теплового режима почвы с учетом входящей длинноволновой радиации // Известия АГУ. – 2005. – №1. – С. 74–77.
4. Хворова Л.А., Гриценко А.А., Рудова Л.Н., Сукачева В.В. Некоторые вопросы моделирования процессов фотосинтеза, энерго- и массообмена в системе почва-растение-атмосфера // Материалы III краевой конф. по математике. – Барнаул, 2000. – С. 62–63.

5. Хворова Л.А., Журавлева В.В., Плинокосова Л.Н., Гриценко А.А. Результаты анализа и компьютерного тестирования блоков радиации и фотосинтеза // Известия АГУ. – 2001. – №1. – С. 61–65.
6. Боярская А.В., Хворова Л.А. Восстановление характеристик теплового режима почв в одномерных и двумерных задачах с границей раздела // Омский научный вестник. – 2015. – № 3 (143). – С. 293–296.
7. Боярская А.В., Хворова Л.А. Определение характеристик теплового режима почв в одномерных и двумерных задачах с границей раздела // Вестник АлтГПУ. – 2015. – № 25. – С. 12–15.
8. Хворова Л.А. Численное решение задачи теплового режима почвы // Сб.: Европейская наука и техника. – 2013. – С. 424–426.
9. Лямкина Ю.Б., Хворова Л.А. Моделирование динамики азота в почве (теоретические аспекты) // Известия АлтГУ. – 2011. – №2. – С. 94–97.
10. Хворова Л.А., Топаж А.Г., Абрамова А.В., Неупокоева К.Г. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Часть 1. Анализ и выделение перечня факторов с оценкой их приоритетности // Известия АлтГУ. – 2015. – №1 (85). – С. 187–191.
11. Хворова Л.А., Топаж А.Г., Абрамова А.В., Неупокоева К.Г. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Часть 2. Анализ подходов к математическому моделированию процесса // Известия АлтГУ. – 2015. – №1 (85). – С. 192–196.
12. Хворова Л.А. Моделирование влияния азотного питания на продукционный процесс посева люцерны: автореф. дисс. на соиск. учен. ст. к.т.н. – Санкт-Петербург: АФИ, 1992.

УДК 004.9

Разработка программного приложения идентификации параметров модели AGROTOOL

А.К. Букасова, И.А. Кунгуров
АлтГУ, г. Барнаул

Прикладные динамические модели продукционного процесса сельскохозяйственных растений способствуют внедрению современных технологий в практику растениеводства. Особенно важной становится их роль в виде интеллектуальной основы компьютерных систем поддержки агротехнологических решений в рамках перспективного развития сельскохозяйственной отрасли – устойчивого и точного земледелия.

Модель продуктивности агроэкосистем AGROTOOL разработана научным коллективом лаборатории математического моделирования агроэкосистем Агрофизического НИИ (г. Санкт-Петербург) [1–3]. При переносе модели в различные почвенно-климатические условия требуется идентифицировать ряд параметров, входящих в модель и характеризующих условия региона и особенности сельскохозяйственной культуры. Параметрическая идентификация динамической модели продуктивности, анализ модели на чувствительность к вариациям входящих в них параметров, адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям являются главными условиями ее применимости [4–6].

Первые работы по адаптации модели к условиям Алтайского Приобья, в плане идентификации параметров отдельных блоков, осуществлялись «вручную». Это выражалось в многократном прогоне модели с различными комбинациями значений параметров и представляло собой достаточно трудоемкую процедуру [7–10]. Поэтому разработка программного приложения по автоматизации процедуры параметрической идентификации модели AGROTOOL актуальна.

Система AGROTOOL представляет собой компьютерную динамическую модель продукционного процесса сельскохозяйственного посева. Основные компоненты комплекса AGROTOOL:

- динамическая модель, реализованная на объектно-ориентированном языке Turbo Pascal в нотации системы Delphi;
- стационарная база данных, реализованная в СУБД Access;
- оперативная база данных, реализованная в системе Excel;
- интерфейс пользователя.

Вызываемая из оболочки модель описывает продукционный процесс полевых культур и производит расчет динамики формирования урожая, начиная с посева и заканчивая уборкой.

Хранилищем всех данных, необходимых как для организации компьютерных экспериментов, так и для оценки адекватности и точности работы модели, является стационарная база данных.

Оперативная база данных формируется из стационарной и содержит необходимые данные полевого опыта для однократного расчета модели.

Процедура настройки параметров модели AGROTOOL включает три этапа:

- настройка параметров водного блока модели;