

подростков с сахарным диабетом 1 типа // Медицинский алфавит. – 2017. – Т. 3, № 26. – С. 48–49.

2. Жаксылыкова А.Е., Кротова О.С., Мадияров М.Н., Хворова Л.А. Анализ, обработка и визуализация медицинских данных в статистической среде R // Сборник научных статей международной конференции «Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и техники» – 2018 [Электронный ресурс] / АлтГУ; отв. ред. Е. Д. Родионов. – Электрон. текст. дан. (250 Мб). – Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2018. С. 595–599.

**УДК 579.6; 004.9**

## **Анализ результатов моделирования теплового режима почв**

***М.М. Жанахметова, М.Н. Мадияров***  
*ВКГУ им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск*

В практике исследования и эксплуатации почвы весьма важна информация о ее температуре, так как та или иная степень нагрева почвы влияет на целый ряд происходящих в почве процессов и явлений [1]. Однако, проведение постоянных наблюдений температурного режима трудоемко и дорого, поэтому большое значение имеет его моделирование. Разработка математических моделей, корректно учитывающих тепловой режим почв является сложной и актуальной задачей. Кроме того, непосредственное измерение теплофизических характеристик представляет не простую задачу, так как для проведения полевых исследований требуется надежная приборная база. Поэтому привлечение методов имитационного компьютерного моделирования к описанию теплофизического состояния почв позволят изучить тепловые процессы в почвенном профиле для различных типов почв и природных.

В работе рассмотрена одномерная задача распределения температуры в почве, имеющей неоднородную структуру почвенных слоев:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \chi \frac{\partial T}{\partial y} \right), \quad y \in [0, H], \quad (1)$$

где  $T$  – температура почвы,  $\rho(y)$  – плотность почвы ( $г/см^3$ ),  $c(w(y))$  – теплоемкость ( $Дж/г \cdot град \cdot C$ ),  $\chi$  – коэффициент теплопроводности, зависящий от влажности почвы  $w$ :  $\chi = \chi(w(y))$ .

Нижнюю границу поместим на глубине, на которой температура постоянна. Соотношение:

$$T(-H, t) = T_n = T_{160}. \quad (2)$$

Температуру на верхней границе также будем считать постоянной:

$$T = T_0. \quad (3)$$

Для численного решения задачи (1)–(3) почвенный компартмент разбивается на слои, а к уравнению (1) применяется метод сеток и затем явные и неявные методы решения [2–4]. Программы для вычисления температуры почвы реализованы на языке FORTRAN.

С моделью (1)–(3) была проведена серия компьютерных экспериментов.

1) Влажность  $w$  постоянная по почвенному профилю; исследована динамика теплофизических параметров (теплоемкости, теплопроводности, температуропроводности) в почвенном профиле на различные даты вегетационного периода.

2) Влажность  $w$  изменяется по почвенному профилю; исследована динамика теплофизических параметров почвы.

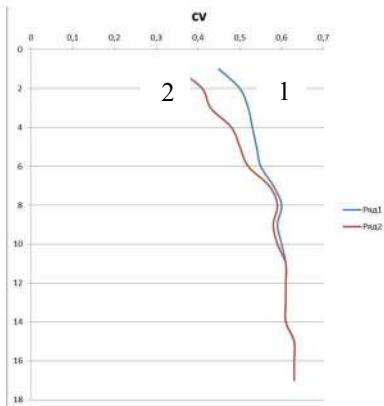


Рисунок 1 – Динамика теплоемкости в почвенном профиле (12 мая – линия (1), 1 июня – линия (2))

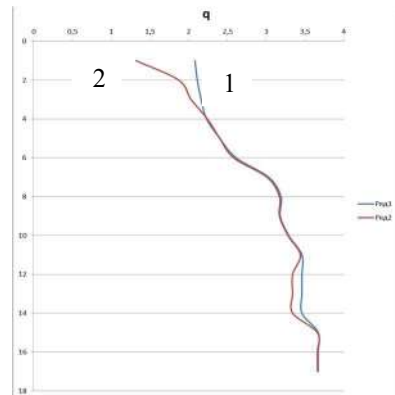


Рисунок 2 – Динамика теплопроводности в почвенном профиле (12 мая – линия (1), 1 июня – линия (2))

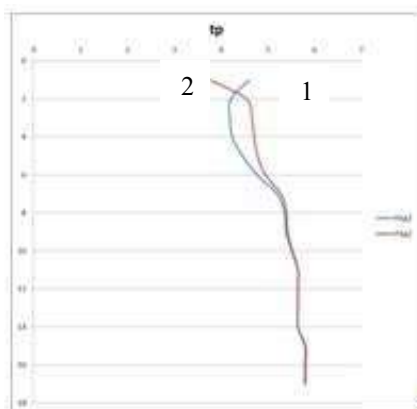


Рисунок 3 – Динамика теплопроводности в почвенном профиле (12 мая – линия (1), 1 июня – линия (1), 1 июня – линия (2))

Из рисунков 1–3 следует, что динамика теплофизических параметров в верхних слоях почвы зависит от даты вегетационного периода: 12 мая – окончание весеннего периода; 1 июня – начало летнего периода.

Исследования показали, что аппроксимирующие функции теплофизических параметров почвы достаточно хорошо отражают теплофизические свойства почвы и закономерно изменяются в зависимости от плотности сложения генетических горизонтов и влажности почвы.

Точность результатов моделирования достаточно высока и в полной мере отражает динамику распределения температур по почвенному профилю в течение суток и в течение года. Полученные результаты хорошо согласуются с данными по теплофизическим свойствам выщелоченных черноземов Алтайского Приобья. Они близки как по значениям, так и по характеру зависимостей, и отражают объективные почвенно-физические факторы.

### Библиографический список

1. Хворова Л.А. Моделирование влияния азотного питания на продукционный процесс посева люцерны // Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. – СПб., 1992.
2. Хворова Л.А., Жариков А.В. Численное моделирование составляющих теплового режима почв Алтайского Приобья // Известия АлтГУ, 2013. № 1-2(77).
3. Мадияров М.Н., Хворова Л.А., Жанахметова М.М. Математическое моделирование температурного режима на границе атмосфера-

почва // Сб. трудов всеросс. конф. «Математики – Алтайскому краю», 2018.

4. Хворова Л.А., Гавриловская Н.В. Адаптивная идентификация структуры динамических моделей продукционного процесса сельскохозяйственных растений // Известия АлтГУ, 2010. № 1-2(65).

## **УДК 004.942**

### **Моделирование зон затопления в 2D модели**

***Е.П. Жданов<sup>1</sup>, Е.М. Жданова<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>АГМУ, г.Барнаул; <sup>2</sup>Финансовый университет при  
Правительстве РФ (Алтайский филиал), г. Барнаул*

Моделирование паводковых вод рек актуально в связи с необходимостью научного обоснования принятия решений на региональном уровне по защите территорий от затопления. Для расчетов зон затопления в работе используется двумерная модель и исходные данные для моделирования - наблюдения за паводками реки Кан и ее притока - реки Илань, впадающей в р. Кан на территории г. Канска. Работа выполнена авторами в рамках государственного контракта № 245 в Центре инженерных технологий (г. Барнаул). Картометрической основой для проведения моделирования служит цифровая модель рельефа [1]. Исходная гидрологическая информация по величинам расходов воды рек для подлежащих моделированию режимов со стандартной повторяемостью 1, 3, 5, 10, 25 и 50 раз в 100 лет подготовлена сотрудниками центра. Для обеспечения приемлемой точности модели рассмотрены наиболее существенные участки рек и поймы, заливаемой паводковыми водами, без ухудшения качества модели. Размер ячеек расчетной сетки модели после оптимизации конфигурации удалось минимизировать до 7,4 м при их общем количестве 1 млн. ячеек. Для расчетов уровней воды в западной части города использовалась двумерная плановая программа TUFLOW в среде моделирования SMS (Surface-waterModelingSystem), строящая плановые двумерные модели потоков.

Данная среда моделирования имеет графический интерфейс и позволяет манипулировать данными, визуализировать их и разработана для моделирования неустановившихся двумерных потоков. Модель дополнительно включает вязкость на масштабе ячеек сетки. Программа TUFLOW строит решение осредненных по глубине уравнений, выражающих законы сохранения массы и количества движения в двумерной прямоугольной системе координат: