

Рисунок 4 – Графики средних температур воздуха, поверхности почвы и индекса NDVI

Достоверные сведения по динамике снегонакопления и снеготаяния в весеннее время позволят дать прогноз весеннего половодья на реках и озерах. Сравнение значений процента годового протаивания позволит наиболее точно оценить факт климатических изменений, происходящих на рассматриваемой территории.

Библиографический список

1. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики // Арктика: экология и экономика. – 2012. - №2 (6). – С. 66–78.
2. Тишков А.А., Кренке А.Н. «Позеленение» Арктики в XXI в. как эффект синергизма действия глобального потепления и хозяйственного освоения // Арктика: экология и экономика. – 2015. – №4 (20). – С. 28–37.

УДК 004.9

Разработка программного модуля для расчета характеристик теплового режима почв

Ю.О. Терехова
АлтГУ, г. Барнаул

Тепловой режим почв – важная составляющая гидротермического режима почв. Изучение моделей гидротермического режима осуществляется в рамках учебных дисциплин для студентов 3-го курса и магистрантов 1-го года обучения: «Математическое моделирование экологических, экономических и социальных систем», «Математические методы и модели в экологии». Первые работы по моделированию теплового режима почв были выполнены на языке фортран [1–5].

Для практического использования моделей теплового режима почв, как в учебном процессе, так и в целях научных исследований возникла необходимость в разработке программного модуля, в котором были бы представлены различные модели, описывающие динамику распределения температуры по почвенному профилю. Интерфейс программного модуля должен оптимизировать работу с моделями, содержать необходимую справочную информацию и осуществлять визуализацию расчетных данных. Вследствие этого программная реализация должна быть осуществлена на высокоуровневом языке программирования C++, а программный интерфейс выполнен в среде Visual Studio 2015.

Области применения программного модуля:

1. В учебном процессе:

- изучение моделей теплового режима почв;
- различных конечно-разностных схем и оценка влияния на точность решения;
- изучение влияния теплофизических параметров модели на точность расчетов;
- изучение влияния влажности на температурный режим почвы.

2. При решении исследовательских задач:

- динамика минеральных веществ в почве;
- урожайность яровых и озимых культур;
- фиксация атмосферного азота почвенными бактериями в симбиозе с бобовыми культурами.

Математические модели, связанные с описанием явления теплопереноса в пределах почвенного компартмента, основаны на нестационарных трехмерных уравнениях параболического типа и рассмотрены в работах [1–5].

В разрабатываемый программный модуль включены: одномерная модель и двумерная с вертикальной границей раздела между двумя почвенными компартментами с различной структурой.

Работа пользователя с моделями осуществляется в режиме диалога через интерфейс. Он носит универсальный характер и предусматривает работу с несколькими моделями, реализованными по различным численным схемам, и сезонам вегетации.

После запуска программы пользователь может начать непосредственно работать с программой, либо ознакомиться со справочным материалом.

Раздел «Описание моделей» содержит описание самих моделей (одномерной и двумерной) и описание численных схем.

В разделе справка можно ознакомиться с основными понятиями, обозначениями, используемыми в программе, правилами формирования исходных данных и вывода результатов (рисунок 1).

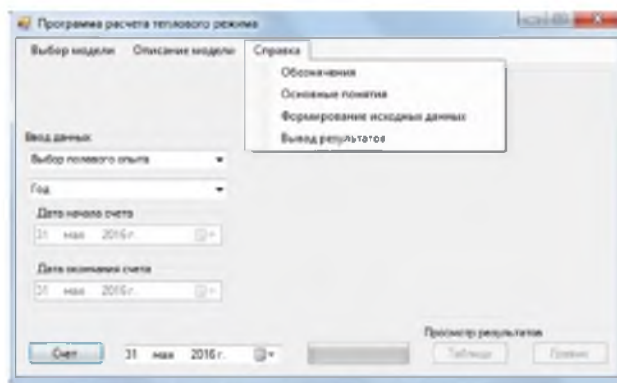


Рисунок 1 – Содержание раздела «Справка»

Диалог с пользователем начинается с выбора модели расчета и численной схемы. После этого вводятся данные полевого опыта, сезона вегетации (год). Дата начала и окончания счета выставляются автоматически. Параллельно составляется описание варианта расчета. Выбрав нужный вариант, осуществляется расчет модели.

При нажатии кнопки «Счет», пользователь по индикатору может наблюдать за процессом расчета. По завершению расчета, становится активной область «Просмотр результатов расчета» (рисунок 2).

При нажатии кнопки «графики» в диалоговом окне предлагается выбрать интересующие пользователя графики.

Для эффективного использования моделей требуется качественное экспериментальное обеспечение, поэтому возникла необходимость в надежной обработке и достоверном анализе экспериментальных данных [6]. Массив почвенных данных содержит суточные значения температуры почвы на глубинах до 160 см.

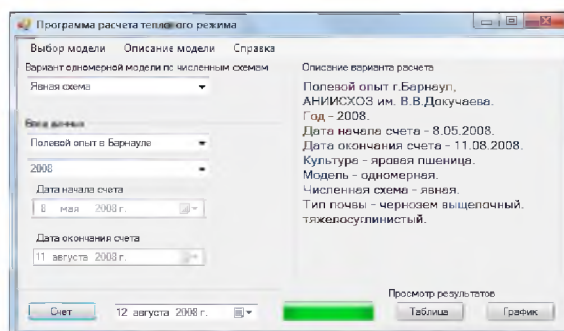


Рисунок 2 – Вид диалогового окна и расчет модели

В наблюдениях, по причинам не всегда известным, могут отсутствовать данные по температуре на отдельных глубинах или ошибочные данные. Поэтому при создании базы данных полевого опыта проводился контроль качества исходных данных. Критерием качества полученных результатов по приведенным моделям служило расхождение между фактическими средними температурами почвы по слоям и рассчитанными по модели. Так как временной шаг в модели принят равным 1 часу, то логично среднюю температуру по слоям брать как среднее арифметическое. В действительности же оказалось, что модельные средние температуры по слоям расходятся с фактическими данными. Поэтому для корректировки расчетных средних температур в каждом слое почвы было получено универсальное уравнение линейной регрессии, независимыми переменными в котором выступали расчетные значения t_{min} и t_{max} по слоям: $T = 0,268 \cdot t_{min} + 0,518 \cdot t_{max} + 1,551$. Универсальность уравнения

заключается в том, что оно может быть применено для расчета ежедневных значение средних температур вегетационных периодов (для всех лет) как для черноземов выщелоченных с суглинистой, так и тяжелосуглинистой структурой, на различных глубинах почвенного профиля.

Коэффициент детерминации равен 0,97. Данная величина указывает на сильную зависимость между независимыми переменными t_{min} , t_{max} и фактической средней температурой почвы на различных почвенных слоях с различной почвенной структурой.

Уравнение регрессии построено по 2300 исходным данным и проверено на независимой выборке данных 2008–2010 гг. Погрешность расчетов представлена в таблице.

Таблица – Апробация уравнения на тестовых годах

Год Слой	2007	2008	2009	2010	Ср. знач. абс. погр.
0	1,1	1,3	1	1,8	1,3
10	1,3	0,7	3,5	1,5	1,75
20	0,9	0,9	2,6	1,2	1,4
40	1,1	0,8	1,5	0,7	1,025
80	0,5	0,9	0,5	0,5	0,6
120	0,7	1,2	0,4	0,4	0,675
Ср. знач.	0,9	1	1,6	1	1,125

Как видно из результатов, уравнение дает вполне приемлемую погрешность и может быть использовано в практических задачах.

Библиографический список

1. Хворова Л.А. Математические модели в теории и практике точного земледелия // Известия Алтайского Государственного университета. – 2011. – №2. – С. 123–128.
2. Хворова Л.А. Модель теплового режима почвы в пространственно-дифференцированных технологиях точного земледелия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2011. – №4 (128). – С. 101–106.
3. 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.
4. 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.
5. Хворова Л.А. Численное решение задачи теплового режима почвы // Сб.: Европейская наука и техника. – 2013. – С. 424–426.
6. 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.

УДК 58.02

Изменение концентрации пигментов в листьях березы повислой, как показателя условий произрастания г. Барнаула

С.М. Тымко¹, М.М. Силантьева²

¹Центр гигиены и эпидемиологии, г. Барнаул;

²АлтГУ, г. Барнаул

Растения в городской среде подвергаются действию загрязняющих факторов. И способность приспособиться, адаптироваться к стрессовым воздействиям и сохранить свой жизненный потенциал, является их защитно-приспособительным механизмом.

У древесных растений наиболее чувствительным органом является лист, так как он подвержен действию токсических веществ. Рост листа находится в прямой зависимости от степени загазованности местообитания, чем выше загрязнение, тем меньше морфометрические параметры листа и больше изменение его пигментного состава [1].

Наблюдения за качеством атмосферного воздуха в г. Барнауле проводятся с декабря 1968 г., с этого времени была организована сеть постов наблюдений, на которых начались измерения концентраций вредных веществ в атмосфере городов. В настоящее время в г. Барнауле наблюдения проводятся на 5 стационарных постах за 9 примесями (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, сероводород, сажа, фенол, формальдегид), с периодичностью отбора проб 6 дней в неделю, 3 раза в сутки, а кроме того, определяется содержание бенз(а)пирена и тяжелых металлов. В аварийных ситуациях определяются так же хлор и аммиак [2].