

УДК 911.143(476)

В.В. БОРУШКО, А.А. ВОЛЧЕК, В.И. ГЛАДКОВСКИЙ

Беларусь, Брест, Брестский государственный технический университет

E-mail: vadim79@tut.by

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ОСУШЕНИЯ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Крупномасштабные мелиорации Полесья во второй половине XX века, несомненно, внесли большой вклад в экономическое и социальное развитие края. Что касается экологической составляющей, то мнения существенно разнятся. Безусловно, масштабные антропогенные воздействия на природные экосистемы Полесья привели к нарушению естественного водного и теплового режима речных экосистем и в ряде случаев не в лучшую сторону. До сих пор ведутся споры о качественных и количественных изменениях водного и теплового режимов речных экосистем. Если изменения водного режима исследованы достаточно полно, то изменение составляющих теплового баланса исследованы гораздо меньше. Сброс вековых запасов грунтовых вод с осушенных территорий привел к снижению уровня грунтовых вод, изменению водного и теплового режимов этих и прилегающих к ним земель. При этом безвозвратно отведенная вода, обладающая большой теплоемкостью, унесла с собой часть тепла, что и повлияло на температурный режим не только этих, но прилегающих территорий.

Тепловой режим почвы совместно с водным и воздушным режимами оказывает большое влияние:

- на почвообразовательный процесс – скорость выветривания минералов, растворение минеральных веществ и газов, контролирует фазовые переходы в системе почва – почвенный раствор – почвенный воздух;
- плодородие почвы – численность и активность микроорганизмов, процессы минерализации, гумификации и другие биохимические процессы;
- жизнедеятельность и продуктивность растений – прорастание семян, развитие корневой системы, скорость поступления питательных элементов и воды, ростовые процессы, транспирация воды. Кроме того, сброс вековых запасов грунтовых вод в Полесье привело к поздним весенним и ранним осенним заморозкам.

Целью настоящей работы является количественная оценка количества теплоты потерянной болотными почвами в процессе их осушения. Знание закономерностей формирования теплового режима почв необходимо для его направленного регулирования с целью создания наиболее благоприятных условий для продуктивности возделываемых растений.

Для количественной оценки изменения теплоемкости почв выполнен численный эксперимент по следующей схеме. Принят условный объем почвы 1 м^3 , изображенный на рисунке 1, с размерами 1 м – ширина, 1 м – длина и 1 м – глубина.

1 вариант – торфяно-болотные почвы, первоначальный уровень грунтовых вод (УГВ) находится на поверхности почвы, снижение УГВ до 0,5 и 1,0 м;

2 вариант – мелкозалежные торфяники, подстилаемые песками (0,5 м – торф), первичный УГВ находится на поверхности, снижение УГВ до 0,5 и 1,0 м;

3 вариант – минеральные переувлажненные почвы, первоначальный УГВ находится на поверхности, снижение УГВ до 0,5 и 1,0 м.

С помощью программного обеспечения Comsol Multiphysics были смоделированы упомянутые варианты моделей почвы и рассмотрен процесс их прогрева в природных условиях (рисунк 1).



Рисунок 1 – Модель распределения температуры в рассматриваемой модели

В основе математической модели, описывающей распространение тепла по системе, лежит уравнение теплопроводности [1, с. 407]:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = k \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right),$$

где ρ – плотность; C_p – теплоемкость; k – теплопроводность; T – температура, ∇ – гамильтониан.

Также выбирались следующие граничные условия:

1. На верхней поверхности почвы задавался поток теплоты, равный среднегодовому суммарному потоку солнечного излучения, падающего на единицу площади горизонтальной поверхности ($119 \cdot 10^4$ Вт/м²).

2. На нижней поверхности почвы задавалось условие термостабилизации при температуре 277 °К.

3. На поверхности почвы также задавалось условие конвективного теплообмена [1, с. 163]:

$$-\nabla(-k\nabla T) = 0.$$

4. На боковых границах устанавливались условия теплоизоляции.

В результате работы программы было получено распределение температуры по всей толщине рассматриваемой системы в каждом из вариантов при различных уровнях грунтовых вод.

Из графиков, изображенных на рисунках 2–4, следует, что при понижении уровня грунтовых вод при осушении температура почвы повышается за счет меньшей теплоемкости по сравнению с водой.

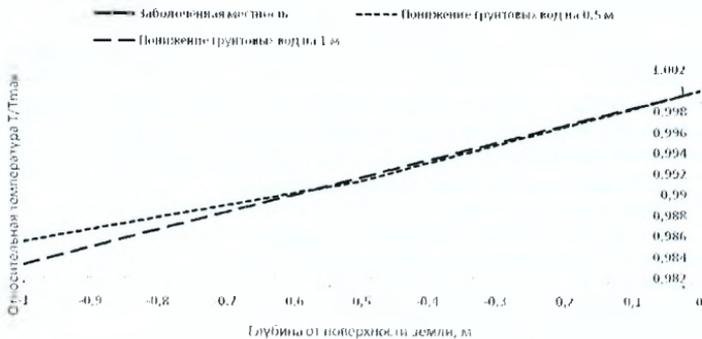


Рисунок 2 – График зависимости относительной температуры от глубины для торфяно-болотных почв

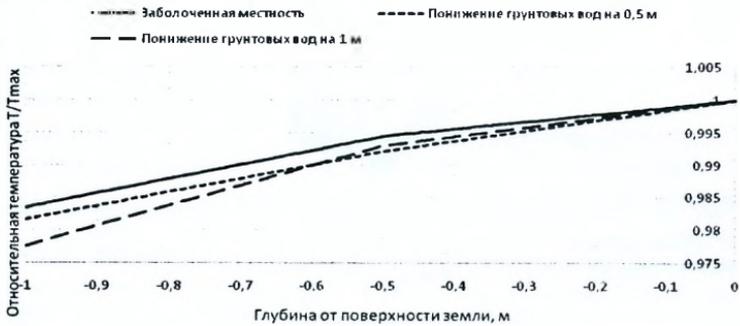


Рисунок 3 – График зависимости относительной температуры от глубины для мелкозалежных торфяников

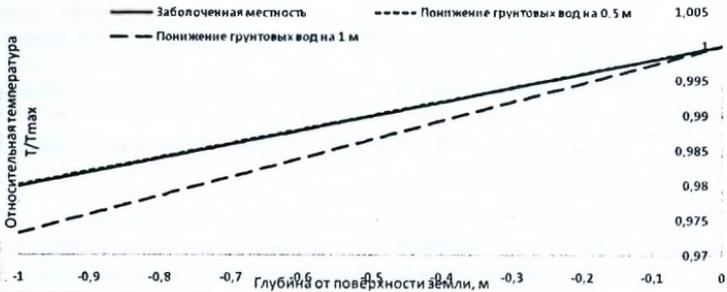


Рисунок 4 – График зависимости относительной температуры от глубины для минеральных почв

Используя распределение температуры по слоям, можно найти внутреннюю энергию одного слоя, используя формулу [2, с. 417]:

$$U_i = \frac{i}{2} \frac{R}{M} m_i < T_i >.$$

Просуммировав внутреннюю энергию по всем слоям, найдем внутреннюю энергию U всей системы.

В нашем случае, согласно первому началу термодинамики, внутренняя энергия U равна количеству теплоты Q , которое содержит система. Рассчитав внутреннюю энергию системы в случае заболоченной местности и в случае осушенной местности в стационарном состоянии, получили следующие результаты:

Для торфяно-болотных почв:

$Q_1 = 1,81 \cdot 10^8$ Дж – для заболоченной местности,

$Q_2 = 1,78 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 0,5 м,

$Q_3 = 1,66 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 1 м.

Для мелкозалежных торфяников:

$Q_1 = 1,52 \cdot 10^8$ Дж – для заболоченной местности,

$Q_2 = 1,44 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 0,5 м,

$Q_3 = 1,34 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 1 м.

Для минеральных почв:

$Q_1 = 1,21 \cdot 10^8$ Дж – для заболоченной местности,

$Q_2 = 1,1 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 0,5 м,

$Q_3 = 1 \cdot 10^8$ Дж – понижение УГВ до 1 м.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что вода при осушении болот уносит с собой достаточно большое количество теплоты.

Учёт этих данных позволит спрогнозировать последствия от осушения почв и влияние его на температурный режим прилегающих территорий.

Данная работа носит оценочный характер и в дальнейшем предполагает расчёты для конкретных местностей Полесья с уточнёнными исходными данными и учётом особенностей почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонов, А. Н. Уравнения математической физики / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский. – М. : Изд-во МГУ, 1999.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики : в 2 т. / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1970. – Т. 1 : Механика, колебания и волны, молекулярная физика. – 508 с.