

ТЕПЛОЙ И РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ РАВНИННЫХ И НАКЛОННЫХ  
ЗЕМЕЛЬ

**Ниязов Шавки Кулаганович**

*Доцент Гулистанского государственного университета  
кандидат технических наук*

**Уткиров Шахзод Холмат угли**

*Преподаватель-стажер Янгиерского филиала Ташкентского  
химико-технологического института*

**Ашурматов Рустамжон Гофур угли**

*Преподаватель-ассистент Янгиерского филиала Ташкентского  
химико-технологического института.*

**Аннотация:** До посева семян сельскохозяйственных культур большое значение имело знание теплового, водного, светового режимов земель. В данной статье изучался тепловой и температурный режим равнинных и наклонных земель через уравнения теплоотдачи в почве. При этом в основном была получена неизменяемость температуры на определенной глубине от поверхности почвы, на основании чего методом гармонического анализа была выведена формула для расчета температуры почвы по осадку. Кроме того, выпущены формулы для плоской Земли относительно температурных режимов  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  склонов горизонта для южных и северных поверхностей. Теоретические расчеты показали, что температура на склонах выше, чем на равнинной местности по сравнению с результатами экспериментов. Это говорит о том, что работникам сельского хозяйства создаются условия для посева семян растений ранней весной.

**Ключевые слова:** солнечная радиация; солнечная радиация, поглощенная почвой, коэффициент теплопроводности, тепловой поток, угловая скорость, температура, коэффициент теплообмена, коэффициент поглощения солнечной радиации, географическая широта, угол наклона, часовой угол солнца, угол отклонения солнца, температура почвы, солнечная радиация, падающая вертикально на поверхность земли.

### **Введение**

Сегодня в мировой энергетической практике все большее значение приобретают исследования, направленные на расширение использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и поддержание экологического баланса окружающей среды. В связи с этим в развитых странах долгосрочные программы ставят перед собой цель увеличить использование возобновляемых источников энергии не менее чем на 20%. При этом основное внимание уделяется использованию солнечной энергии в сельском хозяйстве

для тепло-и электроснабжения. Треть мирового энергопотребления идет на сельское хозяйство [1].

Объект исследования и используемые методы

В данной статье при изучении теплового и температурного режима равнин и склонов земли с помощью метода гармонического анализа распределения тепла в почве было получено изменение температуры почвы на заданной глубине как неизменное и выведены уравнения теплопроводности для равнинной местности, для земель с различным уклоном. Теоретический расчет сравнивается с результатами эксперимента, делаются выводы и даются рекомендации.

Полученные результаты и их анализ

В зимние и весенние месяцы солнце находится под небольшим углом по отношению к равнине, из-за чего количество солнечной радиации, падающей на склоны по сравнению с равниной, становится большим. Это говорит о том, что наклон по сравнению с плоской землей указывает на более высокую температуру почвы. Для решения поставленной задачи используются уравнения распределения тепла в грунте, так как эти уравнения имеют следующий вид:

$$a \frac{\partial^2 t(x,\tau)}{\partial x^2} = \frac{\partial t_n(x,\tau)}{\partial \tau} \quad (1)$$

$$Q_{\text{пог}}(\tau) + \lambda \frac{\partial t_n(x,\tau)}{\partial x} - \alpha_{\text{пр}} [t_n(\tau) - t_n(\tau)] = 0 \quad (2)$$

где:

$Q_{\text{пог}}$ - поглащенная поверхностью почвы солнечная радиация;

$t_n$ - температура поверхности почвы;

$t_n$ - температура приземного слоя воздуха;

$a$ - коэффициент температуропроводности;

$x$ - координата в направлении теплового потока;

$\alpha_{\text{пр}}$ - коэффициент теплопроводности почвы;

$\lambda$ - приведенный коэффициент теплоотдачи поверхности почвы;

$\tau$ - время.

Граничным условием к уравнению (1) является постоянство температуры почвы на некоторой глубине, т. е.

$$t_n(\tau) /_{x \rightarrow \infty} = \text{const} \quad (3)$$

Решение дифференциального уравнения теплопроводности в случае периодического теплового потока при граничном условии (3) имеет следующий вид:

$$t_n(x, \tau) = t_{n_0} + e^{-x \sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \left[ t_{n_1} \cos \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) + t_{n_2} \sin \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) \right] \quad (4)$$

где:

$t_{n_0}$  – среднегодовая температура поверхности почвы;

$\omega$  – угловая скорость вращения Земли вокруг Солнце;

$t_{п1}, t_{п2}$  – коэффициенты;

$e$  – основание натурального логарифма.

Для случая ровной поверхности почвы (т. е.  $x = 0$ ), решение (4) примет вид:

$$t_{п} = t_{п0} + t_{п1} \cos \omega \tau + t_{п2} \sin \omega \tau \quad (5)$$

Для нахождения коэффициентов  $t_{п1}$  и  $t_{п2}$  воспользуемся методом гармонического анализа [4-6], согласно которому среднесуточные значения годовых ходов поглощенной поверхностью почвы солнечной радиации, потока тепла в почву, температура почвы и температуру приземного слоя воздуха приближенно можно представить в виде:

$$\begin{cases} Q_{\text{пог}} - \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{п0} + \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{н0} = 0 \\ Q_{\text{пог}} - \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{п1} + t_{п2}) - \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{п1} + \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{н1} = 0 \\ Q_{\text{пог}} + \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{п1} - t_{п2}) - \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{п2} + \alpha_{\text{пр}} \cdot t_{н2} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

решая формулу (6), находим  $t_{п0}, t_{п1}$  и  $t_{п2}$ :

$$t_{п0} = \frac{Q_{\text{пог}}}{\alpha_{\text{пр}}} + t_{н} \quad (7)$$

$$t_{п1} = \frac{\lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (Q_{\text{пог}1} + Q_{\text{пог}2}) + \alpha_{\text{пр}} Q_{\text{пог}1} + \alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{н1} + t_{н2}) + \alpha^2_{\text{пр}} t_{н1}}{\lambda^2 \frac{\omega}{a} + 2\alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \alpha^2_{\text{пр}}} \quad (8)$$

$$t_{п2} = \frac{\lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (Q_{\text{пог}1} + Q_{\text{пог}2}) + \alpha_{\text{пр}} Q_{\text{пог}2} + \alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{н1} + t_{н2}) + \alpha^2_{\text{пр}} t_{н2}}{\lambda^2 \frac{\omega}{a} + 2\alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \alpha^2_{\text{пр}}} \quad (9)$$

Годовые ходы температуры приземного слоя воздуха и поглощенной солнечной радиации при коэффициенте лучепоглощения почвы 0.7, для условий Гулистана имеют следующий вид:

$$t_{н} = 13,3 + 11,4 \cos(\omega \tau) + 7,4 \sin(\omega \tau) \quad (10)$$

$$Q_{\text{пог}} = 119 + 53 \cos(\omega \tau) + 15 \sin(\omega \tau) \quad (11)$$

Подставляя значения, входящие в формулы (7), (8), (9), определяем  $t_{п0} = 18,8$ ;  $t_{п1} = 12,9$ ;  $t_{п2} = 9,2$ . С учетом коэффициентов  $t_{п0}, t_{п1}, t_{п2}$  формула для определения годового хода температуры почвы будет выглядеть так:

$$t_{п}(x, \tau) = 18,8 + e^{-x \sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \left[ 12,9 \cos \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) + 9,2 \sin \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) \right] \quad (12)$$

(12) для ровной почвы формула может быть использована для расчета температуры в различных слоях почвы.

С помощью вышеуказанного метода (метод гармонического анализа) рассчитать температурный режим склонов. По количеству поглощенной землей годовой солнечной радиации, по температуре наружного воздуха находятся коэффициенты  $t_{п1}, t_{п2}$ :

$$t_{n_1} = \frac{\lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (Q_{\text{пог.ск}_1} + Q_{\text{пог.ск}_2}) + \alpha_{\text{пр}} Q_{\text{пог.ск}_1} + \alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{n_1} + t_{n_2}) + \alpha_{\text{пр}} t_{n_1}}{\lambda^2 \frac{\omega}{2a} + 2\alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \alpha^2_{\text{пр}}} \quad (13)$$

$$t_{n_2} = \frac{\lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (Q_{\text{пог.ск}_1} + Q_{\text{пог.ск}_2}) + \alpha_{\text{пр}} Q_{\text{пог.ск}_1} + \alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} (t_{n_1} + t_{n_2}) + \alpha_{\text{пр}} t_{n_2}}{\lambda^2 \frac{\omega}{2a} + 2\alpha_{\text{пр}} \lambda \sqrt{\frac{\omega}{2a}} + \alpha^2_{\text{пр}}} \quad (14)$$

Для определения солнечной радиации, поглощенной склоном гребня, воспользуемся известным соотношением, заимствованным из работы [3-5]:

$$Q_{\text{пог.ск}} = K Q_{\perp} \cos i$$

или

$$Q_{\text{пог.ск}} = K Q_{\perp} (\sin(\varphi - \alpha) \cos \delta + \cos(\varphi - \alpha) \cos \delta \cos \tau) \quad (15)$$

где:

$Q_{\text{пог.ск}}$  – солнечная радиация поглощенная склоном гребня;

$K$  – коэффициент поглощения солнечных лучей поверхностью склона;

$Q_{\perp}$  – солнечная радиация, приходящаяся на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам;

$i$  – угол падения солнечных лучей на склона;

$\varphi$  – широта местности;

$\alpha$  – угол наклона склона;

$\tau$  – часовой угол солнца.

С учетом

$$t_n(x, \tau) = 19,25 + e^{-x \sqrt{\frac{\omega}{2a}}} \left[ 13,5 \cos \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) + 10,1 \sin \left( \omega \tau - x \sqrt{\frac{\omega}{2a}} \right) \right] \quad (16)$$

Исходя из результатов расчета по найденным формулам, температурные режима почвы ровной и гребнистой поверхности на 15 марта и 15 апреля будут на уровне 3.4-3.6°C выше, чем на гребнистой поверхности по сравнению с равнинной землей., кроме того, по глубине температура будет на 2.5-3°C выше, чем на равнинной местности. Это говорит о том, что при посеве сельскохозяйственных культур высева культур на наклонных участках дает высокую эффективность.

### ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Постановление президента республики Узбекистан №ПП-57 16.02.2023, "О мерах по ускорению внедрения возобновляемых источников энергии и энергосберегающих технологий в 2023 году".
2. Иоффе А. Ф. Задачи агрофизики-В кн: Вопросы агрофизики. Л. Сельхозгиз, 1987. С 5-11.
3. Куртнер Д. А. и др. Расчет и регулирование теплового режима в открытом и защищенном грунте. М. Гидрометеиздат, 1969. С 54-153.

4. Бронштейн Н. и др. Справочник по математике М, 1987. С 549-561.
5. Кондратьев К. Актинометрия Л, Гидрометеоздат, 1965. С 690
6. Гамбург П.Ю. Расчет солнечной радиации в строительстве М.: Стройиздат, 1966.