

Ключевые слова: интегральные системы управления, технологические процессы, сельскохозяйственное производство, зависимость, начальный и конечный моменты функционирования.

V. Mironenko, U.V. Chovniuk, A.A. Brovarets Mathematical model operational performance quality management technological processes in crop taking into account initial and final state of the system

The integrated systems of management to executions of technological processes in agricultural production are grounded, which rely on the initial and eventual moments of time of their functioning. For optimization of processes of management indicated the systems are conducted generalization of results of research of influencing of different factors on efficiency of plant-grower. The most ponderable technological, technical and organizational criteria of high-quality work of agricultural machines are set, their level of influence on an eventual result, size of the collected harvest, and also possible level of efficiency of application of the proper hardwares of mechanization with the management by influence on qual/ity of execution actually of same technologically operations

Keywords: integral systems of management, technological processes, agricultural production, dependence, initial and eventual moments of functioning.

Стаття надійшла в редакцію: 05.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Топілін Г.Є.

УДК 631.37.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ В ТЕЧЕНИИ ДНЯ

А. С. Миронов, к.т.н., доцент,

Е. В. Золотовская, к.т.н.,

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет,

В статье приведены результаты исследований накопления влаги в почве. Разработан прибор для измерения температур почвы. Получена модель накопления влаги, проведено определение температур на поверхности и глубине почвы, построен суточный график температур, по графику определено время в течении суток, оперативного замера температур характеризующих влажность почвы. Использование предлагаемой технологии позволит оперативно принимать оптимальные решения по обработке почвы, управлять формированием урожая сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: влага, температура почвы, конденсация, время замера температуры, разница температур Δ .

Постановка проблемы. На современном этапе развития аграрного сектора страны одной из актуальных проблем является качество обработки почвы при наименьших энергозатратах, создание энергосберегающих технологий.

Анализ литературных источников, посвященных изучению поверхностной обработки почвы, показывает, что рыхление поверхности почвы облегчает доступ воздуха и воды в почву [1–4]. Мелкокомковатая структура поверхностного слоя снижает испарение влаги, как с поверхности, так и из нижних слоев почвы. Поэтому ниже разрыхленного слоя почвы накапливается влага и соответственно происходит изменение физических свойств почвы.

В настоящее время отсутствует научно обоснованная аналитическая теория по системе обработки почвы с созданием теплоизоляционного слоя на поверхности почвы и изменением физических характеристик почвенного профиля. Покрытие почвы теплоизоляционным слоем позволяет в зависимости от её физико-механических свойств воздействовать на весь комплекс факторов, определяющих физические условия в почве. Очевидно, что изменяются тепло- и массообменные процессы на границе “поч-

ва-воздух”, поэтому, подбирая соответствующую обработку или накопление пожнивных остатков на поверхности почвы, можно активно влиять на режим температуры, влажности и плотности почвы.

Формулирование целей статьи - обосновать систему контроля накопления влаги в почвенном профиле в полевых условиях, учитывая возобновляемые тепловые ресурсы, на основании которых специалист сможет оперативно принимать оптимальные решения по обработке почвы, управлять формированием урожая сельскохозяйственных культур.

Анализ последних публикаций. Анализ научных работ, посвященных изучению поверхностной обработки почвы [1-4], показывает, для того чтобы вырастить и собрать хороший урожай в действующих природных условиях необходимо понимать технологию накопления влаги и теплофизические характеристики в почвенном профиле. Значительную помощь могут дать такие приемы обработки почвы, как боронование или лущения стерни, что в 50 ... 60 годы прошлого столетия были неподвижными. Поле после лущения, с мульчирующим слоем почвы, растительными остатками толщиной 6 см, на гектаре теря-

ет до 0,36 мм воды в сутки (для сравнения: без мульчи 5,4 - 6,8 мм, или 54 - 68 т / га воды) . Исследования показали, что лущение супесчаной почвы повышает влажность слоя 0 - 5 см на 0,4 - 2,3%, а слоя 5 - 10 см - на 3,1 - 4,3%. Это позволяет, даже при сухой погоде, выращивать сельскохозяйственные культуры и обеспечивать качественную подготовку почвы к посеву озимых [4-9].

На земной поверхности постоянно происходят два противоположно направленных процесса: орошение местности осадками, конденсацией воздушной влаги и осушение ее испарением. Степень увлажнения территории обуславливается соотношением осадков и испарения. По результатам наблюдений метеослужб определяются (рис. 1) количество осадков и испарений в течении года. Очевидно, что разница между осадками и испарением $\Sigma\Delta = 4$ мм недостаточна для формирования урожая, поскольку для развития растений необходим минимум $\Sigma\Delta = 100$ мм.

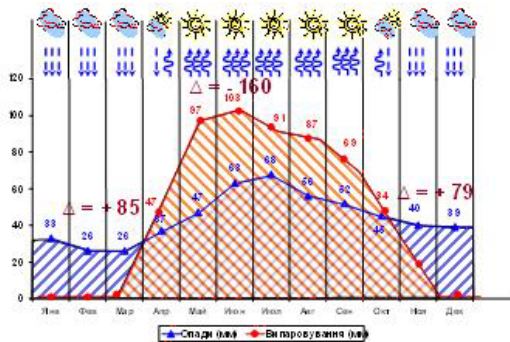


Рис. 1. График осадков и испарения для Днепропетровской области

Результаты исследований. При исследовании теплового режима почвы появляется необходимость в умении прогнозировать и управлять элементами почвенного профиля: распределением температур внутри почвенного массива, скоростью их изменения, факторами, влияющими на их динамику, тепловым потоком, теплоаккумуляцией и формированием влаги в почве (рис.2).

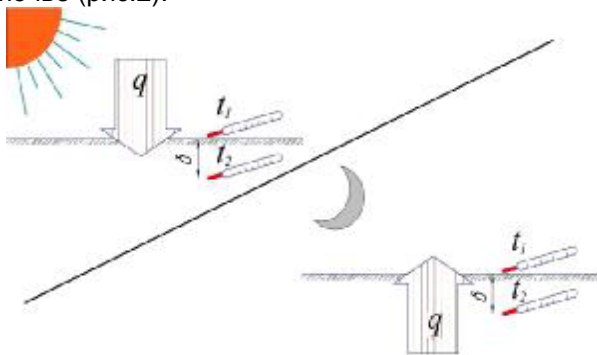


Рис. 2. Потоки тепла q и влаги W днем и ночью

Известно, что влага может попадать в почву двумя путями: летом - снаружи из воздуха, во время дождя, зимой - из глубины почвы, в результате диффузии водяного пара и его конденсации. Это достигается применением различных технологий обработки почвы. Накопление влаги из воздуха и глубин имеет более сложный характер и связано с понятиями: давление водяного пара, его диффузия и конденсация [6].

Поэтому водяной пар днем будет диффундировать в почву с поверхности на глубину. При движении влаги температура пара будет уменьшаться, как при поступлении на глубину почвы, так и при прохождении через неё. Если температура воздуха на поверхности земли станет меньше от значения температуры почвы, то количество влаги содержащейся в ней, начнет конденсироваться в виде капель на поверхности земли. Но, даже при сухой поверхности земли в дневное время, летом в почве создаются условия, когда на определенной глубине, влага начинает конденсироваться (рис.3), и как результат образуются родники, реки.

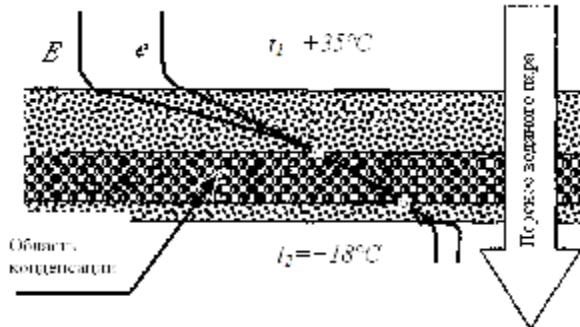


Рис.3. Схема образования конденсата в почвенном профиле

Оценка возможного количества конденсации пара в почву в течении дня может выполняться графическим способом. При таком способе сначала строится график распределения температур в почве t_p . Затем по нему строится график максимальной упругости водяного пара E и наносится линия распределения действительной упругости водяного пара e . Если линии графиков E и e не пересекаются, конденсация влаги не происходит. При пересечении линий E и e конденсация водяного пара на определенной глубине возможна. Зону конденсации, в таком случае, можно определить нанесением касательных к линии максимальной упругости водяного пара E из точек определенных на заданной глубине почвы e_p . Часть между касательными определяет зону конденсации. Количество конденсата может быть определено по разности количества водяного пара поступившего в зону конденсации и на большую глубину.

Процессом формирования влаги можно управлять с помощью контроля температур на поверхности и глубине почвы с последующим принятием решений по способу обработки почвы.

Нами розроблений прибор для вимірювання температури ґрунту на поверхності і глибині ґрунту (рис.4) за рахунок вдавлювання в ґрунт трубки з наконечником (мокрим термометром). Прибор складається з ручки 1, трубки з сталі 4, термодатчика, який вмонтований в мідний наконечник 6 з зовнішнім діаметром 10 мм. Наконечник

накручується на трубку з сталі 6 з діаметром 6 мм, приєднану до ручки 1. В ручці вмонтований повітряний термодатчик 7, блок управління з вимикачем 8 джерела живлення і температурним індикатором 2. Для визначення глибини проникнення наконечника в ґрунт використовується рулетка 3.

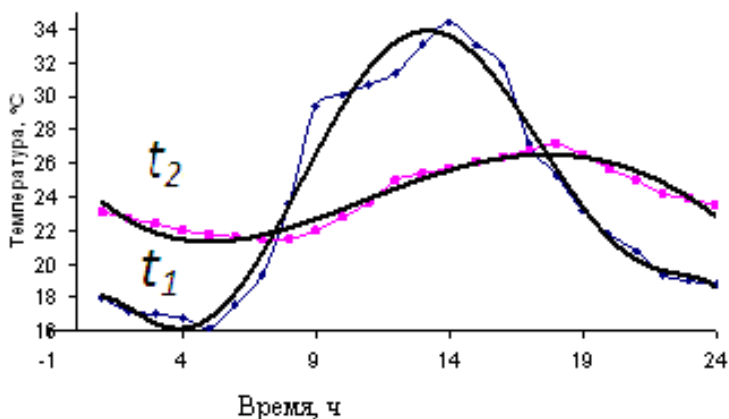
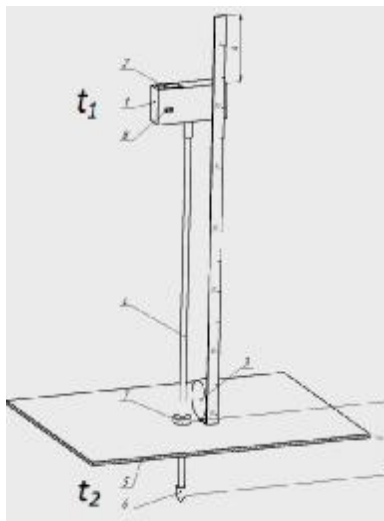


Рис.4. Прибор для вимірювання температури ґрунту на глибині (мокрим термометром) і графік залежності температур в теченні сутки t_1 на поверхності і t_2 на глибині ґрунтового профілю

Результати досліджень температури повітря на поверхності t_1 і ґрунту t_2 в теченні сутки приведені на графіку (рис. 4).

Згідно графіка від перетину ліній ($t_1 = t_2$) температури повітря на поверхності t_1 і ґрунту t_2 з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра і до перетину ліній ($t_1 = t_2$) з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора на глибині 100...150 мм відбувається накоплення вологи (конденсація) 1...2 мм, а з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора і з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра (испарение). Перепад температур Δt (рис. 5) в точках з'єднання двох графіків ($t_1 = t_2$ вказано стрілками) з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра і з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора вказує:

- якщо Δt з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра порівняно з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора збільшилася на 1...2°C, значить накопилася вологи (произошла конденсація) в ґрунті 1...2 мм, модель процесу накоплення вологи в ґрунті можна представити залежністю $t_1 \cdot 0,618^3 \cdot t_2$ (0,618 золотий перетин);

- якщо Δt з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра порівняно з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора зменшилася на 1...2°C, значить відбулася втрата вологи (испарение) з ґрунту 1...2 мм, модель процесу втрати (испарения) вологи ґрунтом можна представити залежністю $t_1/0,618 \cdot t_2$.

В результаті, використовуючи різницю температур Δt (вимірювання температури можна виконувати термометром, пірометром або з допомогою пірометра встановленого на безпілотнику з висоти все поле одночасно) на поверхності ґрунту з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра і з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора, отримуємо існуючу характеристику по накопленню або втраті вологи в ґрунті в теченні дня.

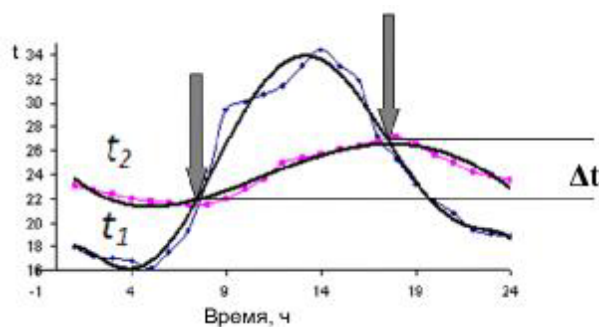


Рис. 5. Схема різниці Δ визначає температури на поверхності ґрунту з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра і з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора

Висновки

1. Розроблений прибор для оперативного вимірювання температури ґрунту на поверхності і глибині ґрунту в теченні сутки з допомогою якого будується графік, що дозволяє визначити часові моменти, коли температури на поверхності і глибині рівні (вміст вологи в ґрунті однаковий в певному шарі і на поверхні ґрунту).

2. При тепломасопереносі з поверхності на глибину ґрунту (при вимірюванні перепаду температур) контролюється сформований шар з конденсованої вологи, який є показником вологи і утримує віддалення вологи з більшої глибини.

3. Представляється можливість в теченні світлового дня за рахунок різниці температур Δt на поверхності ґрунту з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ утра і з 17⁰⁰ до 18⁰⁰ вечора отримати існуючу характеристику по накопленню або втраті вологи в ґрунті.

Полученная информация позволяет оценить предварительно проведенные агроприемы (культивация, дискование, боронование, мульчирова-
ние и др.) на эффективность накопления или потерь влаги в почве.

Список использованной литературы:

1. Гордієнко В.П. Грунтова волога / В.П. Гордієнко. – Сімферополь: ЧП «Предприятие Феникс», 2008. – 368 с.
2. Роде А.А. Водный режим почв и его регулирование / А.А. Роде. – М.: Издательство АН СССР, 1963. – 120 с.
3. Кравчук В.І. Науково-технічна експертиза техніко-технологічних рішень систем обробітку ґрунту/ В.І. Кравчук, В.В. Погорілий, Л.П. Шустік. – К.: Фенікс, 2008. – 50с.
4. Миронов А.С. Теплоизоляция и влагосберегающие технологии в растениеводстве / А.С. Миронов, В.А. Сыроватко, М.Н. Можаренко // Вісник ДДАУ. – 2009. – №2. – С. 36–39.
5. Золотовська О.В. Дослідження теплоізоляції поверхні ґрунту в технології No-till / О.В. Золотовська, О.С. Миронов // Техника и технологии АПК. – 2013. – №2(41). – С.37 – 40.
6. Миронов А.С. Оцінка технологій в АПК за допомогою визначення теплофізичного стану ґрунту/ А.С. Миронов// Техника и технологии АПК. – 2011. – №11. – С.36 – 40.
7. Золотовська О.В. Аналіз процесу формування вологи та теплофізичних характеристик у ґрунті / О.В. Золотовська // Вісник ХНТУ ім. П. Василенка. – 2013. - № 134. – С. 160 – 166.
8. Золотовская Е.В. Модель количественной влаги при изменяющихся теплофизических параметрах почвы/ Е.В. Золотовская, А.С. Миронов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 96. – С. 645–653.
9. Миронов А.С. О погоде: Астропрогноз фермеру / А.С. Миронов. – Днепропетровск: «Пороги», 2005. – 135 с

Миронов О.С., Золотовська О.В. Визначення теплофізичних параметрів ґрунту в продовж дня

У статті наведено результати досліджень накопичення вологи в ґрунті. Розроблено прилад для вимірювання температур ґрунту. Отримано модель накопичення вологи, проведено визначення температур на поверхні і глибині ґрунту, побудований добовий графік температур, за графіком визначено час на протязі доби, оперативного виміру температур характеризують вологість ґрунту. Використання запропонованої технології дозволить оперативно приймати оптимальні рішення по обробці ґрунту, управляти формуванням врожаю сільськогосподарських культур.

Ключові слова: волога, температура ґрунту, конденсація, час виміру температури, різниця температур Δ .

Muronov A.S., Zolotovskaya E. Determination of thermal parameters of the soil during the day

The results of studies of accumulation of moisture in the soil. In order to grow and gather a good harvest in the existing natural conditions is necessary to understand the moisture accumulation technology and thermal characteristics of the soil profile.

In the study of the thermal regime of the soil there is a need for the ability to predict and control the elements of the soil profile: temperature distribution inside the array of soil, their rate of change, factors influencing their dynamics, heat flow, thermal storage and the formation of moisture in the soil. The process of formation of moisture can be controlled by monitoring the temperature at the surface and depth of the soil, followed by the adoption of decisions on the method of cultivation. For this purpose the device was designed to measure the temperature on the surface of the soil in depth. When the heat and mass transfer from the surface to the depth of the soil (at the measurement temperature difference) is controlled by a condensed layer formed by the moisture, which is a measure of moisture and retains moisture removal with greater depth.

As a result, using the temperature difference Δt (temperature measurement can be performed with a thermometer, pyrometer, or with a pyrometer mounted on bespilotnike dominant whole field time) on the surface of the soil in the morning and in the evening, we get an existing profile for the accumulation or loss of moisture in the soil during the day. Key words: moisture, soil temperature, condensation, while measuring temperature, the temperature difference Δ .

Key words: moisture, soil temperature, condensation, while measuring temperature, the temperature difference Δ .

Стаття надійшла в редакцію: 06.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.