

длину 41 км и площадь водосбора 536 км². Русло канализировано до д. Новый Двор шириной до 4 м, ниже обваловано, шириной 12–20 м. Среднегодовой расход в устье 2 м³/с.

Внутрисезонное распределение стока и возможный забор воды различной обеспеченности, приводится в таблице 5.

Вскрытие рек происходит обычно в конце марта. Максимальная продолжительность ледохода 18 дней. Весеннего ледохода не бывает в 51 % всех случаев. Дата окончания ледовых явлений наступает раньше на 5–10 дней, чем дата пика половодья.

Заключение. Приведенная оценка природных характеристик работе будет использована в дальнейшем при реконструкции мелиоративных систем и комплексов, а также позволит провести оценку необходимых объектов и отметок водохранилища «Погост» в Пинском районе.

В постоянное время водохранилище работает в измененном режиме водопотребления по сравнению с проектным, для чего требуется корректировка водохозяйственных расчетов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник по климату Беларуси. Температура воздуха за период 1981-2010 г. – 10.07.2011г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/climat-directory/?page=546> – Дата доступа : 18.04.2018.
2. Справочник по климату Беларуси. Климатическая норма осадков в Беларуси за период 1981-2010г – 11.07.2011г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.pogoda.by/climat-directory/?page=547> – Дата доступа : 18.04.2018.

Материал поступил в редакцию 18.05.2018

VODCHITS N.N., STELMASHUK S.S. Assessment of natural characteristics of location of the reservoir "Pogost"

In article the estimation of the natural characteristics of the water reservoir Pogost, which are necessary for renovation of the existing in the river basin drainage systems and complexes.

УДК 553.97

Глушко К. А.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИРОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТАЛЫХ ВОРОНОК НА ЗЕМЛЯХ, НАХОДЯЩИХСЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Введение. Экспериментальными исследованиями автора установлено, что в бороздах и западинах образуются талые воронки, благодаря тому, что в них формируется микроклимат, отличный от основной части массива сельхозугодий. Эти воронки и западины являются очагами повышенной инфильтрации талых вод к уровню грунтовых вод. Искусственное создание их за счет усовершенствованной агротехники обработки почвы, в частности за счет правильно выбранного направления вспашки, при котором происходит максимальное поглощение солнечной радиации, сможет значительно ускорить перевод талых вод в грунтовый сток. Поэтому отыскание азимута вспашки почвы, обеспечивающего эффективное поглощение тепловой энергии Солнца, является задачей данного моделирования.

Борозда аппроксимируется параболическим цилиндром. Система координат (оxyz) выбрана таким образом, что плоскость (хоу) лежит в плоскости земли, ось z – вертикальна, плоскость (хоz) – плоскость симметрии борозды; точки пересечения параболического цилиндра в системе координат (оxyz) : (0, -a, 0), (0, a, 0), (0, 0, -H), H – максимальная глубина борозды. Плоскость у'oz проходит через Солнце; θ – угол между плоскостями (уoz) и (у'oz); -a' и a – значение у' координаты точек перемещения плоскостей (у'oz), (хоу) и поверхности параболического цилиндра; i – угол падения солнечных лучей [1]; r – угол преломления. Ось оУ системы координат лежит в плоскости земли и направлена с востока на запад, ось оХ – с Юга на север, φ – угол между осями оу и оУ или между осями ох и оХ.

Постановка задачи. Так как талые воронки формируются в донной части борозды, то следует предположить, что на ее поверхности существуют точки, для которых плотность поглощенной лучистой энергии, проинтегрированная по некоторому промежутку времени, достигнет максимума в сравнении с другими точками. Задача заключается в том, чтобы найти координату таких точек в системе координат (хоу) (рис. 1).

На рисунке 1 показано сечение борозды, представленной в виде параболического цилиндра, плоскостью, проходящей через Солнце. Сечение параболического цилиндра плоскостью у'oz представляет собой параболу, пересекающую ось оу' в точках (-a', 0) и (-a', 0), где $a' = a/\cos\theta$, (1)

где θ=θ(τ) – это угол между плоскостями (у'oz) и (уoz). Рассмотрим точку А параболы, у' – координата которой равна у₀. Пусть i – угол падения лучей. Найдем координату у' той точки В на

оси оу', преломленный луч света от которой падает в точку А. Закон преломления для точки В запишется в виде:

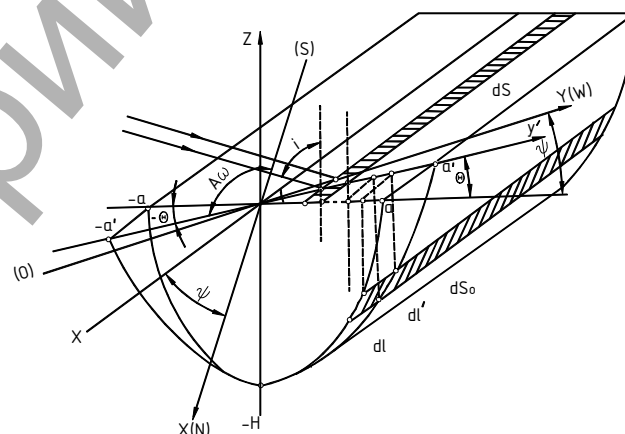


Рисунок 1 – Расчетная схема к определению радиационного излучения Солнца на поверхности борозды

$$\sin i = n \sin r \tag{2}$$

n – показатель преломления среды.

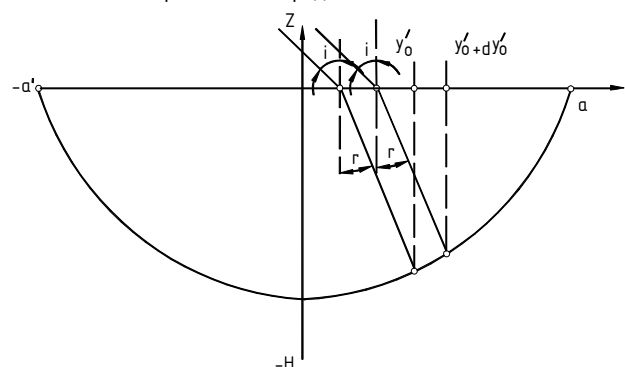


Рисунок 2 – Расчетная схема борозды, проходящей через Солнце

Глушко Константин Александрович, к.т.н., доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Уравнение прямой BA имеет вид:

$$z = A(y_0 - \bar{y}), \quad (3)$$

где $A = \operatorname{tg}(\pi/2 + r) = -\operatorname{ctg} r = -\cos r / \sin r$ – угловой коэффициент прямой.

Выражая $\sin r = \sin i/n$ и учитывая, что

$$\cos r = (1 - \sin^2 r)^{0.5} = (1 - \sin^2 i / n^2)^{0.5},$$

получим $A = -(n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / \sin i$.

Тогда из (3) получим:

$$Z = -(n^2 - \sin^2 i)^{0.5} (y' - \bar{y}) / \sin i. \quad (4)$$

Уравнение параболы, как легко видеть, может быть записано в виде:

$$Z = (Hy^2 / a^2) - H. \quad (5)$$

Прямая, определяемая уравнением (4), пересекает параболу, определяемую уравнением (5), в точке A с координатой $(y' - y_0)$. Это предполагает решение уравнения

$$\frac{Hy_0^2}{a^2} - H = \frac{(n^2 - \sin^2 i)^{0.5} (y' - y_0)}{\sin i}.$$

Решая уравнение, находим для y' координаты точки B .

$$\bar{y}' = y_0 + \frac{H \sin i}{(n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \left(\frac{y_0}{a^2} - 1 \right). \quad (6)$$

Рассмотрим бесконечно малый участок параболы между точками A и A' , координаты которых равны соответственно y_0' и $(y_0' + dy_0')$. Ему соответствует участок на оси y_0' между точками B и B' с координатами y' и $(y' + dy')$, где величина dy' может быть найдена дифференцированием выражения (6)

$$d\bar{y}' = dy_0' \left[1 + \frac{2H \sin i}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right]. \quad (7)$$

Проведем через точки A, A' и B, B' прямые, параллельные оси борозды. Рассмотрим участок борозды единичной длины вдоль оси OX . Тогда на поверхности борозды выделится элементарная площадка dS_0 , освещаемая теми лучами, которые падают на площадку dS , лежащую в горизонтальной плоскости (oxy). Координаты y' и y точек этих площадок, лежащих на прямой, параллельной оси ox , связаны соотношением

$$y' = y / \cos \theta. \quad (8)$$

Ширина полосы, соответствующая площадке dS в направлении оси oy , равна, поэтому

$$d\bar{y}' = \cos \theta dy' = \cos \theta dy_0' \left[1 + \frac{2H \sin i y_0'}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right].$$

Поскольку $\cos \theta dy' = dy_0'$, где y_0 и $(y_0 + dy_0)$ – это y координаты пересечения с плоскостью oyz прямых, проходящих через точки A, A' соответственно, параллельных оси ox , $y_0' = y_0 / \cos \theta$, то

$$dy = dy_0 \left[1 + \frac{2H \sin i \cos \theta y_0}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right] \quad (9)$$

и площадь полосы dS единичной длины будет равна

$$dS = dy \times 1 = dy_0 \left[1 + \frac{2H \sin i \cos \theta y_0}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right]. \quad (10)$$

Найдем теперь площадь dS_0 полосы на поверхности борозды, на которую после преломления падает часть потока солнечной энергии, падающего на площадку dS . Уравнение параболы, являющееся сечением параболического цилиндра плоскостью (yoZ), имеет вид, показанный на рисунке 3.

$$Z = (Hy^2 / a^2) - H. \quad (11)$$

Элемент дуги параболы

$$dl = -(dy^2 + dz^2)^{0.5} = dy \left(1 + (dz/dy)^2 \right)^{0.5},$$

и из (11) имеем $dz/dy = 2Hy/a^2$.

Тогда длина дуги параболы между точками с y координатами y_0 и $(y_0 + dy_0)$ будет равна

$$dl = dy_0 \left(1 + (2Hy_0/a^2)^2 \right)^{0.5}. \quad (12)$$

Поскольку площадка dS на поверхности борозды имеет единичную длину, то ее площадь равна

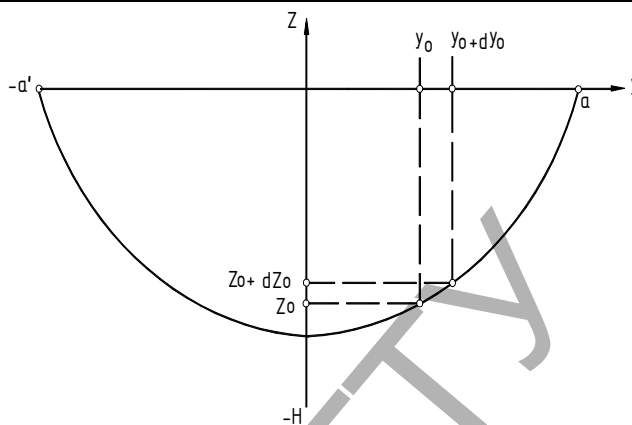


Рисунок 3 – Расчетная схема к определению эквивалента площади поверхности воды и борозды

$$dS_0 = dl \times 1 = dy_0 \left(1 + (2Hy_0/a^2)^2 \right)^{0.5}. \quad (13)$$

Пусть G_{\perp} – плотность потока прямого солнечного излучения, т. е. энергия, переносимая ежесекундно прямым солнечным излучением через единичную площадку перпендикулярно направлению излучения на площадку dS , лежащую в горизонтальной плоскости (oxy). Ежесекундная величина энергии будет равна

$$dG = G_{\perp} dS \cos i = G_{\perp} \cos i \left[1 + \frac{2H \sin i \cos \theta y_0}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right] dy_0.$$

Пусть, далее A_B – альbedo воды. Пренебрегая поглощением энергии в воде, запишем уравнение для ежесекундно падающей на площадку dS_0 борозды энергии в виде:

$$dG_0 = (1 - A_B) dG = G_{\perp} (1 - A_B) \cos i \left[1 + \frac{2H \sin i \cos \theta y_0}{a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right] dy_0. \quad (14)$$

Плотность потока падающей на площадку dS_0 энергии прямого излучения (энергетическая освещенность) запишется в виде $G_{\text{пр}} = dG_0/dS_0$, что с учетом (13) и (14) дает

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\perp} (1 - A_B) \cos i \left[1 + (2H \sin i \cos \theta y_0) / a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} \right]}{\left[1 + (2Hy_0/a^2)^2 \right]^{0.5}}. \quad (15)$$

Для нахождения альbedo воды воспользуемся вытекающим из формулы Френеля выражениями для коэффициентов отражения составляющей световой волны поляризованных взаимно перпендикулярных плоскостей

$$\beta_{\perp} = \left[\frac{\cos i - n \cos r}{\cos i + n \cos r} \right]^2; \quad \beta_{\parallel} = \left[\frac{n \cos i - \cos r}{n \cos i + \cos r} \right]^2 \quad (16)$$

Для прямого солнечного излучения интенсивность указанных составляющих одинакова и равна половине интенсивности световой волны. Поэтому для альbedo имеем

$$A_B = 0.5(\beta_{\perp} + \beta_{\parallel}). \quad (17)$$

Используя закон преломления $\sin i = n \sin r$ и зависимости (16), запишем выражение (17) в виде:

$$A_B = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\cos i - (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}}{\cos i + (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} \right)^2 + \left(\frac{n \cos i - (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / n}{n \cos i + (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / n} \right)^2 \right]. \quad (18)$$

С учетом (18) выражение для плотности потока энергии, падающей на поверхность борозды, примет вид:

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\perp} \cos i \left[1 + (2H \sin i \cos \theta y_0) / (a^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}) \right]}{\left[1 + (2Hy_0/a^2)^2 \right]^{0.5}} (1 - A_B). \quad (19)$$

Величины G_{\perp}, i, θ в формуле (2.52) являются функциями времени. Значения $G_{\perp}(\tau)$ табулированы, табулированы также значения ($h_0 - 90^\circ - i$) высоты Солнца над горизонтом. Найдем угол θ с задаваемыми таблично значениями азимута Солнца, отсчитываемыми от направления на юг (A_0).

Пусть φ – угол, определяющий ориентацию борозды относительно направления на юг (рис. 1) (меньший из двух углов, образуемых осью борозды с направлением на юг). Тогда если учесть, что азимуты, отсчитываемые от направления на юг к востоку, считаются отрицательными, а к западу положительными, и если под θ понимать меньший из двух углов между вертикальной плоскостью, проходящей через Солнце и плоскостью, перпендикулярной оси борозды, то связь между углами выгладит, как следует из рисунка 1, следующим образом:

$$\theta = (\varphi - A_0 - 90^\circ) \text{ или } \theta = (270^\circ + A_0 - \varphi). \quad (20)$$

При использовании формулы (20), однако следует отметить, что если например, величина θ , начиная от начального момента восхода времени растет и достигает в некоторый момент времени восхода τ_* времени растет и достигнет в некоторый момент времени τ^* 90° , то, начиная с момента τ^* , освещается преимущественно противоположная сторона борозды по сравнению с той, которая освещалась в интервале времени (τ_*, τ^*) . Таким образом, формула (16) примет вид:

$$G_{np} = \frac{G \perp \sin i h_0 \left[1 + (2H \cosh_0 |\sin i (\varphi - A_0)| y_0) / (a^2 (n^2 - \cos^2 i)^{0.5} h_0) \right]}{\left[1 + (2H y_0 / a^2)^2 \right]^{0.5}} \times \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{\cos i - (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}}{\cos i + (n^2 - \sin^2 i)^{0.5}} + \left(\frac{n \cos i - (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / n}{n \cos i + (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / n} \right)^2 \right] \right\} \quad (21)$$

В формуле (21) переход к преимущественному освещению другой части поверхности осуществляется в момент времени τ^* , в который $\sin i (\varphi - A_0)$ изменяет знак.

В вышеприведенном рассмотрении не учитывались эффекты, которые могут возникнуть у края борозды вблизи точки y' , координата которой близка к $(-a)$. При восходе Солнца, когда $i=i_0=90^\circ$ угол преломления находится из соотношения $\sin r_0=1/n$. Принимая $n=1.33$, получаем $r_0=0.85=48.8^\circ$ и $\text{tg} r_0=1.14$. Найдем тангенс угла наклона касательной к параболе (см. рис. 2) в точке С с y' – координатой, равной $(-a')$.

$$\frac{dz'}{dy'} = \frac{2Hy'}{a^2} \text{ и } \left. \frac{dz'}{dy'} \right|_{y'=-a'} = -\frac{2Hy'}{a^2}. \quad (22)$$

На рисунке 4 этот угол наклона касательной обозначен через α .

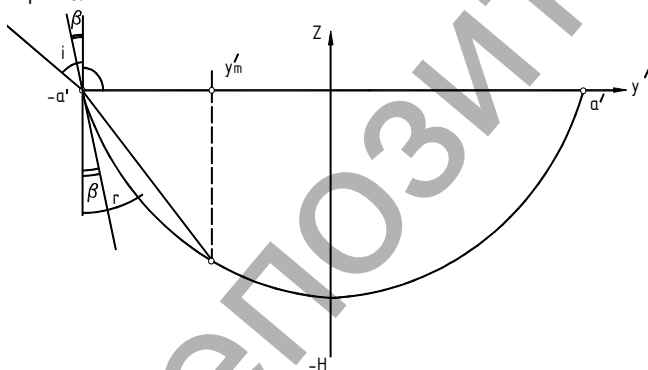


Рисунок 4 – Расчетная схема к определению минимальной координаты освещаемых точек

Введя в рассмотрение угол $\beta = \alpha - 90^\circ$, для которого $\text{tg} \beta = -\text{ctg} \alpha - a'/2H$, легко видеть, что при $r < \beta$, т. е. при $\text{tg} \beta > \text{tg} r_0$ или $a'/2H > 1.14$, даже при восходе Солнца освещаются точки поверхности борозды со всеми y' – координатами в пределах от $(-a')$ до a' . Если это условие не выполнено, то часть поверхности борозды, прилегающая к точке с y' – координатой, равной $(-a')$, не освещается вовсе. Минимальная координата y'_{om} освещаемых точек найдется следующим образом.

Уравнение прямой, составляющей угол r с вертикалью и проходящей через левый край борозды, имеет вид:

$$Z = -\text{ctg} r (y' + a) = (-\cos r / \sin r) (y' + a) = -\frac{(1 - \sin^2 i / n^2)^{0.5} (y' + a)}{\sin i / n},$$

или

$$Z = -(n^2 - \sin^2 i)^{0.5} (y' + a) / \sin i. \quad (23)$$

Решая совместно уравнения (23) и (5)

$$Hy'^2 / a^2 - H = -(n^2 - \sin^2 i)^{0.5} (y' + a) / \sin i,$$

находим для координаты y'_{om} выражение

$$y'_{om} = a' - \left[a'^2 (n^2 - \sin^2 i)^{0.5} / (H \sin i) \right]. \quad (24)$$

Таким образом, при $a'/2H < 1.14$ формула (21) для G_{np} справедлива лишь для точек, координата которых удовлетворяет условию $y' > y'_{om}$. При убывании угла i от 90° в момент восхода (в этот момент значение y'_{om} минимально и равно $y'_{om} = -a' - a'^2 (n^2 - 1)^{0.5} / H$ – начинают освещаться и с меньшими координатами. Для любой точки с y' координатой в интервале $(-a', a' - a'^2 (n^2 - 1)^{0.5} / H)$ (существует значение угла i , начиная с которого эта точка освещается). Это значение находится из (24)

$$i = \arcsin \frac{n}{\left[1 + H^2 (a - y_0)^2 / a'^4 \right]^{0.5}}. \quad (25)$$

Так же рассуждения справедливы, конечно, и для правого края борозды при симметричном относительно нормали падении света. Поскольку поверхность борозды достаточно шероховата, можно считать, что плотность потока поглощенной энергии не зависит от угла падения преломленного света на поверхность борозды (иначе говоря, альbedo поверхности борозды не зависит от угла падения света на эту поверхность). Пусть χ – некоторый коэффициент, определяющий долю поглощаемой энергии. Из вышеизложенного вытекает следующий порядок действий (рис. 5).

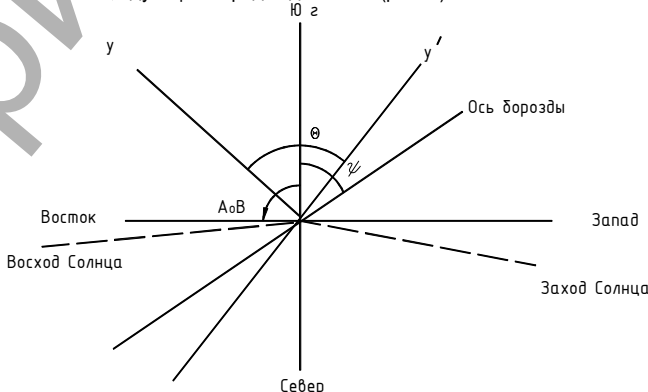


Рисунок 5 – Расчетная схема к определению угла θ

На плане провести ось борозды под известным углом φ направлению на юг. Отметить азимут восхода Солнца $A_{0в}$ и провести ось y' в направлении, противоположном направлению восхода Солнца. Перпендикулярно оси борозды провести ось y в том направлении, при котором угол θ между осями y и y' будет меньше 90° . Найти угол θ , если выполняется условие:

$$\frac{a'}{2H} - \frac{a}{2H \cos \theta} - \frac{a}{|\sin(\varphi - A_{0в})| 2H} \geq 1.14, \text{ то}$$

вся поверхность борозды начинает освещаться сразу. Следует найти по таблицам момент времени τ^* , в который $\sin i (\varphi - A_0)$

$G_{np}(\tau) = 0$. Если таких моментов два (это возможно для достаточно северных широт), то мы их обозначим через τ^* и τ^{**} . Плотность поглощенной энергии в точке борозды с координатой y_0 на этом этапе определится выражением:

$$G_{1погл.гр.} = \chi \int_{\tau^*}^{\tau^{**}} G_{np.}(\tau) d\tau \text{ или } G_{1погл.гр.} = \chi \left[\int_{\tau^*}^{\tau^*} G_{np.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^{**}}^{\tau^*} G_{np.}(\tau) d\tau \right].$$

На втором этапе от τ^* до τ_3 или от τ^* , до τ^{**} , где τ_3 момент захода Солнца освещение происходит относительно оси борозды с другой стороны. Соответствующее выражение для ($G'_{пр}(\tau)$) получается из (2.54) заменой y_0 на $(-y_0)$. Таким образом, на втором этапе имеем

$$G_{2\text{погл.пр.}} = \chi \int_{\tau^*}^{\tau_3} G'_{пр.}(\tau) d\tau \text{ или } G_{2\text{погл.пр.}} = \chi \int_{\tau^*}^{\tau^{**}} G'_{пр.}(\tau) d\tau.$$

Полный поток поглощенной энергии в точке с координатой Y_0 за световой день равен

$$G_{\text{погл.пр.}} = \chi \left[\int_{\tau_6}^{\tau^*} G_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^*}^{\tau_3} G'_{пр.}(\tau) d\tau \right]$$

или

$$G_{\text{погл.пр.}} = \chi \left[\int_{\tau_6}^{\tau^*} G_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^*}^{\tau^{**}} G'_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^{**}}^{\tau_3} G_{пр.}(\tau) d\tau \right]. \quad (26)$$

Если условие $a/2H |\sin(\varphi - A_{0B})| > 1.14$ не выполнено, то расчет усложняется. Для точек, координаты Y_0 которых удовлетворяют условию

$$a' - a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H < y_0 < -a' + a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H, \quad (27)$$

где $a' = a |\sin i(\varphi - A_{0B})|$

справедливы по-прежнему выражения (26). Для точек с координатами $Y_0 = y_0 / |\sin i(\varphi - A_{0B})|$, удовлетворяющие условиям:

- 1) $Y_0 (-a', a' - a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H)$ и
- 2) $Y_0 (a', -a' + a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H)$.

Нужно вначале решить уравнение относительно τ , уравнение, вытекающее из (25)

$$\cosh_0 = n / [1 + H^2 \sin^2(\varphi - A_0)^2 (a - y_0)^2 / a^4]^{0.5} \quad (28)$$

Это уравнение может иметь либо один (τ^*1), либо несколько ($\tau^*, 1, 2, 3, \dots$) корней в зависимости от ориентации борозды и координат Y_0 выбранной точки. В интервале (τ_6, τ^*1) точки типа I не освещены, на интервале (τ^*1, τ^*2) – освещены и т. д. Так продолжается до достижения момента времени τ^* , в который изменяется сторона преимущественного освещения. В момент условие (28) перестает влиять на освещенность точек и так продолжается до момента τ_3 или τ^{**} , если последний существует. Пусть, например, значение τ^* лежит между τ^*i и τ^*i+1 , а τ^{**} – между τ^*k и τ^*k+1 , и тогда плотность поглощенной энергии для точек типа I запишется в виде:

$$G_{1\text{погл.пр.}} = \left[\int_{\tau^*1}^{\tau^*2} G_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^*3}^{\tau^*4} G_{пр.}(\tau) d\tau + \dots + \int_{\tau^*i}^{\tau^*i+1} G_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^*}^{\tau^{**}} G'_{пр.}(\tau) d\tau + \int_{\tau^{**}}^{\tau^*k+1} G_{пр.}(\tau) d\tau + \dots \right], \quad (29)$$

при условии, что (i) и (k) нечетные числа. Для упрощения записи выражений для G можно воспользоваться следующим графическим построением. На рисунке 6 показана ось времени, на которой последовательно отмечены моменты времени $\tau_6, \tau^*1 \dots \tau_3$.

Прямоугольником отмечены промежутки времени, для которых точки типа I освещены. На рисунке показана ситуация, соответствующая формуле (29), когда (i) и (k) – нечетные числа. На оси времени отмечены также моменты τ^* и τ^{**} , фиксирующие моменты изменения подынтегральной функции для точек типа I (напомним, что $G'_{пр}(\tau)$ отличается от $G_{пр}(\tau)$ заменой (y) на $(-y_0)$.

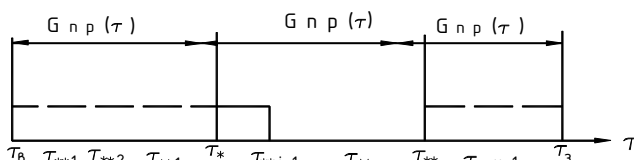


Рисунок 6 – Расчетная схема для определения пределов интегрирования для точек типа I

Рассмотрение точек II производится аналогично, только вместо уравнения (28) нужно решать уравнение

$$\cosh_0 = n / [1 + H^2 \sin^2(\varphi - A_0) (a + y_0)^2 / a^4]^{0.5}, \quad (30)$$

корни которого обозначаются далее τ^{*1}, τ^{*2} . Условия ограничения (29) играет роль лишь в интервале времени τ^*, τ^{**} графическая диаграмма имеет следующий вид (рис. 7).

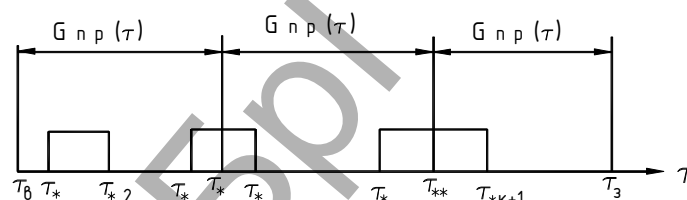


Рисунок 7 – Расчетная схема для определения пределов интегрирования для точек типа II

Диаграмма построена для случая, когда i – нечетное, а k – четное число. Отдельного исследования требует случай, когда область, оговариваемая условием (27), отсутствует, а область точек типа I и II перекрывается. Легко видеть, что этот случай реализуется, если

$$H/a' > (n^2 - 1)^{0.5} \text{ или } H/a' > 0.88.$$

При этом для точек $-a' < y_0 < a' + a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H$ мы имеем, очевидно, ситуацию описанного выше типа для точек I, а для точек $a' < y_0 < a' - a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H$ ситуацию для точек типа II. Для промежуточных точек $-a' + a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H < y_0 < -a' - a'^2(n^2 - 1)^{0.5} / H$, которые назовем точками типа I-II ситуация отличается тем, что для них в любом из временных интервалов (τ_6, τ^*), (τ^*, τ^{**}), (τ^{**}, τ_3) играют роль ограничения (28) и (29). Значения (τ^*, τ^{**}) определяют лишь моменты замены подынтегральной функции G на G' , и наоборот.

Заключение

1. Предложено математическое описание изменения потока поглощаемой энергии в виде прямого излучения Солнца бороздой в зависимости от направления вспашки за световой день с учетом затенения и освещения сторон.
2. Применение расчетных зависимостей (26) и (29) позволит смоделировать распределение поглощенной энергии Солнца по поверхности борозды для любого географического района и найти то ее направление, при котором количество поглощенной энергии будет максимально.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Справочник по климату СССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 66 с. – Вып. 7 : Белорусская ССР, ч. I. Солнечная радиация, радиационный баланс и солнечное сияние.

Материал поступил в редакцию 12.06.2018

GLUSHKO K.A. Theoretical substantiation of the nature of the formation of melt craters on land in agricultural use

A mathematical description of the change in the flux of absorbed energy in the form of direct solar radiation by a furrow is proposed depending on the direction of plowing during a day of light, taking into account the shading and illumination of the sides. This will simulate the distribution of the absorbed energy of the Sun over the furrow surface for any geographic region and will allow us to find its direction at which it will be maximized