

ГЕОФИЗИКА

Н. П. ЧЕБОТАРЕВ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ
ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ**

(Представлено академиком А. И. Некрасовым 10 I 1951)

Наблюдения показывают, что урожай возрастает по мере приближения к лесной полосе. Поэтому, уменьшая расстояния между полосами, мы увеличиваем среднюю величину урожая между полосами. Однако с уменьшением расстояния между полосами повышается доля земли, идущая под лесные полосы, и тем самым сокращается площадь под культурами. Следовательно, при определенной ширине лесной полосы существует такое расстояние между полосами, при котором получается наибольший урожай с данной территории. Попытаемся найти это наивыгоднейшее расстояние.

Расстояние будем определять между главными лесными полосами, т. е. полосами, образующими длинную сторону прямоугольника. Выделим узкую ленту поверхности земли площадью S (рис. 1)

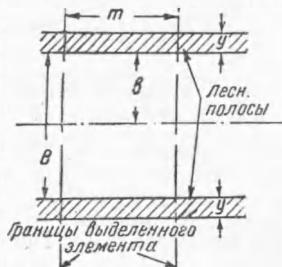


Рис. 1

$$S = m(b + y/2), \quad (1)$$

откуда

$$m = \frac{S}{b + y/2}. \quad (2)$$

Здесь b — половина расстояния между полосами B ; y — ширина лесной полосы; m — длина площадки.

Урожай для элемента площади S

$$N_S = \bar{N}(S - 1/2my), \quad (3)$$

где \bar{N} — средний урожай по ширине площадки, отнесенный к определенному возрасту и роду леса.

Примем зависимость урожая от расстояния от лесной полосы в следующем виде:

$$N = Cl^{-n}, \quad (4)$$

где N — урожай на расстоянии l от лесной полосы; C — параметр, имеющий физический смысл урожая на расстоянии $l = 1$, отнесенный к определенному роду и возрасту леса; n — параметр, характеризующий убывание урожая по мере удаления от лесной полосы.

Средний урожай по ширине от лесной полосы до данного расстояния $l = b$ может быть получен из уравнения (4) путем интегрирования и деления на b , т. е.

$$\bar{N} = \frac{C}{b} \int_0^b l^{-n} dl = \frac{C}{1-n} b^{-n}. \quad (5)$$

Величина параметра C будет зависеть от высоты лесной полосы, а следовательно, от времени роста ее t . Очевидно, чем выше лесная полоса, т. е. чем она старше, тем больше C . Примем:

$$C = A(t+1)^k, \quad (6)$$

где A — параметр, имеющий физический смысл урожая, соответствующего первому моменту появления лесной полосы на расстоянии $l = 1$;

k — параметр, характеризующий закономерность возрастания C со временем t .

Подставляя выражение (6) в (5), получим:

$$\bar{N} = \frac{A(t+1)}{1-n} b^{-n}. \quad (7)$$

Подставляем в (3) значение t из (2) и \bar{N} из (7):

$$N_s = S \frac{2b}{2b+y} \frac{A(t+1)^k}{1-n} b^{-n}. \quad (8)$$

Полученное уравнение дает урожай с элемента площади в определенный момент времени после начала роста лесных полос. Этот урожай будет увеличиваться с ростом лесных полос. Закономерность роста урожая будет определяться параметром k .

Рис. 2. Зависимость величины среднего урожая четырех зерновых культур от расстояния до лесной полосы. 1 — тучный чернозем (высота насаждений $h = 21$ м), 2 — обыкновенный чернозем ($h = 17$ м), 3 — южный чернозем ($h = 13$ м), 4 — каштановые почвы ($h = 9$ м), 5 — урожай степи. A — высота снежного покрова, B — скорость ветра (в % от скорости ветра в степи)

метром k . Средний урожай за t_0 лет может быть найден, если уравнение (8) проинтегрировать по времени и разделить на t_0 :

$$N_{st} = S \frac{2b}{2b+y} \frac{Ab^{-n}}{t_0(1-n)} \int_0^{t_0} (t+1)^k dt = S \frac{2b}{2b+y} \frac{Ab^{-n}(t_0+1)^{k+1}}{(1-n)(k+1)}. \quad (9)$$

Полученное уравнение (9) справедливо при условии, что влияние лесных полос на межполосное пространство начнется с первого года их роста. В действительности это влияние ощутимо лишь спустя некоторый промежуток времени t_a .

Если N_a — урожай с единицы площади в отсутствие влияния лесных полос, то полный урожай с единицы площади за время t_a будет

$N_a t_a$, а за время $t_0 - t_a$ $\int_{t_a}^{t_0} \bar{N} dt$. Тогда уравнение урожайности представится в виде

$$N_{st} = \frac{S - \frac{1}{2} my}{t_0} \left(N_a t_a + \int_{t_a}^{t_0} \bar{N} dt \right) = \\ = \frac{S}{t_0} \frac{2b}{2b+y} \left\{ N_a t_a + \frac{Ab^{-n}}{(1-n)(k+1)} [(t_0+1)^{k+1} - (t_a+1)^{k+1}] \right\}. \quad (10)$$

Пользуясь уравнениями (9) и (10), можно найти то значение расстояния между полосами B , при котором средний урожай за период t_0 лет будет наибольшим.

Приравняв нулю dN_{st}/db из (9) и решая полученное уравнение относительно b , найдем

$$b_{opt} = \frac{y(1-n)}{2n}, \quad B_{opt} = \frac{y(1-n)}{n}. \quad (11)$$

Таким образом, наивыгоднейшее расстояние между полосами B_{opt} увеличивается с увеличением ширины полосы y , а зависимость наивыгоднейшего значения B от почвенно-климатических факторов неявно отражается в параметре n .

Параметр n зависит от характера распределения снежного покрова и гашения энергии ветра лесными полосами. Величина этого параметра не может сильно варьировать, так как малое значение n в уравнении (4) означало бы весьма слабое влияние полосы на урожай, чего в действительности не наблюдается. Большое значение n , указывающее на резкое убывание урожая к оси, может иметь место только при одностороннем и весьма продолжительном действии ветра или при очень большой ширине полосы.

Аналогично находим наивыгоднейшее значение B из уравнения (10) (решение найдено графически). При этом оказывается, что результат незначительно отличается от результата решения уравнения (9) и, следовательно, для определения наивыгоднейшего расстояния B можно применять уравнение (11) без учета периода времени t_a , в течение которого не происходит влияния лесных полос.

На рис. 2 построено семейство кривых, выражающих зависимость между урожайностью \bar{N} и расстоянием l на основе данных Тимашевского опорного пункта (Куйбышевская область) Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации.

Кривые проведены до горизонтальной линии, выражающей урожайность в открытой степи, в среднем равной 10,8 ц/га. Характер зависимости, выражаемой этими кривыми, может быть аналитически представлен уравнением (4). Параметр n остается постоянным и не зависящим от высоты насаждения; по этим данным оказалось $n=0,19$.

Ширина лесной полосы y должна быть подобрана так, чтобы: 1) служить достаточно надежной защитой от ветра и 2) задерживать достаточное количество талой и дождевой воды. Для выполнения первой задачи ширина полосы может находиться в пределах 10—20 м, но выполнение второй требует большей ширины, причем она будет зависеть от уклона местности.

Приведем подсчет наивыгоднейших расстояний B для разных уклонов (см. табл. 1).

По данным Е. П. Сенкова (7), для степных и лесостепных районов площадь с уклонами менее 2° составляет приблизительно 80—85%, а площадь с уклонами от 2 до 3° составляет 10%. Иначе говоря, преоб-

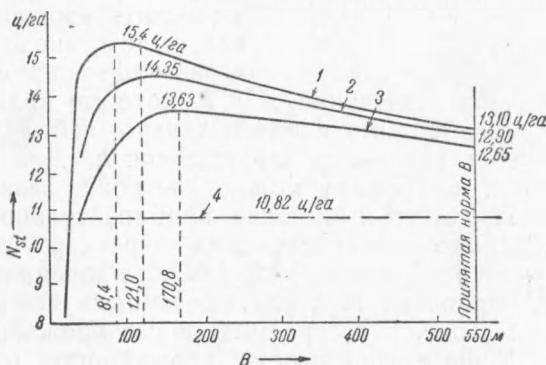


Рис. 3. Урожайность полевых культур в зависимости от расстояний между лесными полосами (для тучного чернозема). 1 — $y = 20$ м, 2 — $y = 28,3$ м, 3 — $y = 40$ м, 4 — урожай открытой степи

ладающей величиной расстояния между полосами B должно являться 86—121 м; в меньшей доле должно иметь место расстояние 147,5 м.

Таблица 1

| $t, {}^{\circ}$ | $y, \text{ в м}$ | $B, \text{ в м}$ |
|-----------------|------------------|------------------|
| 1 | 20,0 | 85,4 |
| 2 | 28,3 | 121,0 |
| 3 | 34,6 | 147,5 |
| 4 | 40,0 | 170,1 |
| 5 | 44,7 | 191,8 |

Как видно из кривых A и B рис. 2 (A —снежный покров в продуваемой восьмирядной лесной полосе, B —скорость ветра за полосой—ажурной внизу и густой вверху), наибольшее накопление снега, наибольшее гашение энергии ветра и, наконец, близость к „магазину“ влаги в самой полосе приходится именно на расстояние 85—150 м от лесной полосы.

Пользуясь уравнениями (9) и (10), можно вычислить урожайность для различных расстояний, в том числе и для расстояний, принятых в настоящее время за норму. Для нахождения

числовых значений A и k , которые являются параметрами уравнения (6), необходимо предварительно найти числовые значения параметра C для различных высот полос h . Для этой цели, пользуясь связью h с t , по графику можно построить зависимости между C и t .

Параметр k оказался приблизительно равным 0,17 для всех четырех родов почв. Значения параметра A получены следующие: для тучного чернозема 18,2, для обыкновенного чернозема 17,0, для южного чернозема 15,9, для каштановых почв 15,5.

На рис. 3 построены кривые урожайности по формуле (10).

Кривые зависимости урожайности от расстояний показывают, что с увеличением расстояния урожай переходит через максимум, а затем, хотя и медленно, снижается (см. табл. 2).

Таблица 2

| Почва | $y, \text{ в м}$ | $B, \text{ в м}$ | Урожай при принятой норме ц/га | Повышение урожая | |
|---------------------------------|------------------|------------------|---|------------------|---------------|
| | | | | в ц/га | в \% |
| Тучный чернозем | 20,0 | 85,4 | 13,1 | 2,30 | 17,5 |
| | 28,3 | 121,0 | 12,9 | 1,45 | 11,2 |
| Обыкновенный чернозем | 20,0 | 85,4 | 12,1 | 1,50 | 12,45 |
| | 28,3 | 121,0 | 12,2 | 1,00 | 8,2 |
| Южный чернозем | 20,0 | 85,4 | 12,0 | 1,27 | 10,55 |
| | 28,3 | 121,0 | 11,2 | 0,74 | 6,6 |
| Каштановые почвы | 20,0 | 85,4 | 12,3 | 0,60 | 4,86 |
| | 28,3 | 121,0 | 12,3 | 0,25 | 2,03 |

Из данных табл. 2 видно, что повышение урожая от применения наивыгоднейших расстояний может достигать 17,5% от урожая при принятых нормах расстояний, а по сравнению с урожаем открытого поля (10,82 ц/га)—до 42,3%.

Поступило
2 VIII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. А. Бодров, Лесная мелиорация, М., 1940. ² М. А. Великанов, Гидрология суши, 1948. ³ Г. Ф. Басов, Почвоведение, № 8 (1948). ⁴ Г. Ф. Басов, Агробиология, № 1 (1949). ⁵ П. Д. Никитин и Д. Д. Минин, Задачи лесоразведения, 1949. ⁶ И. Я. Ладыгин, Борьба с засухой в степных и лесостепных районах, 1949. ⁷ М. И. Львович, Тр. ГГИ, в. 23 (77) (1950). ⁸ Лесохозяйственный словарь-справочник, 1, 1948.

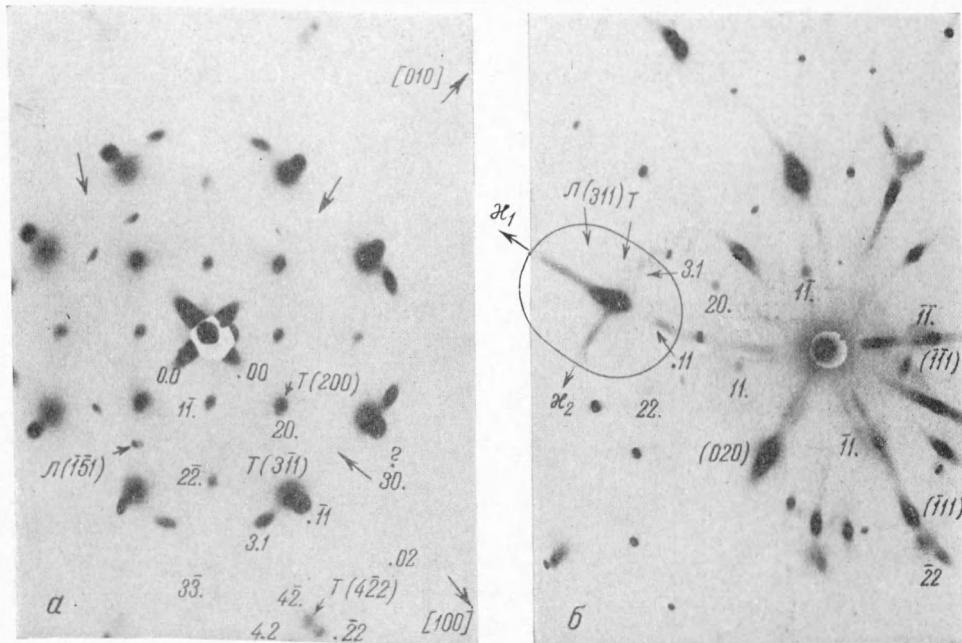


Рис. 1. Al — Cu после естественного старения. *а* — излучение K_{α} Rh, луч по [001]; *б* — излучение K_{α} Mo + белое, луч примерно по [629]. Эллипсом выделена область проекции первой плоскости (001) обратной решетки. L — лаузевские пятна, T — тепловые максимумы. 11. и т. д. — максимумы двумерной дифракции

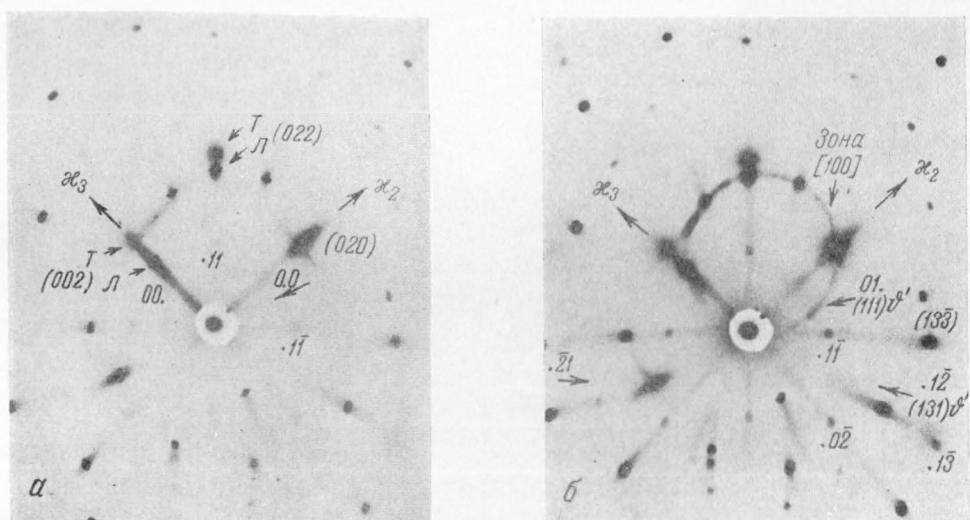


Рис. 3. Al — Cu. Излучение K_{α} Mo + белое, луч примерно по [133]; *а* — после естественного старения; *б* — после дополнительного отжига 19 час. при 170°. Прочерченный зональный эллипс — максимум одномерной дифракции — имеет в обратной решетке индексы 0.. или $(0 \times_2 \times_3)$. После отжига появились двумерные максимумы со смешанными индексами