

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)

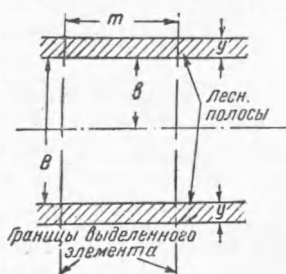


Рис. 1

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

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

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

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.

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

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 m из (2) и \bar{N} из (7):

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

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 пара-

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

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

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

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

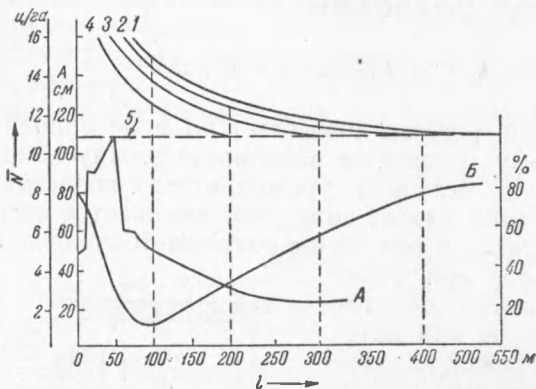


Рис. 2. Зависимость величины среднего урожая четырех зерновых культур от расстояния до лесной полосы. 1 — тучный чернозем (высота насаждений $h = 21$ м), 2 — обыкновенный чернозем ($h = 17$ м), 3 — южный чернозем ($h = 13$ м), 4 — каштановые почвы ($h = 9$ м), 5 — урожай степи. А — высота снежного покрова,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

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_0 , 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-

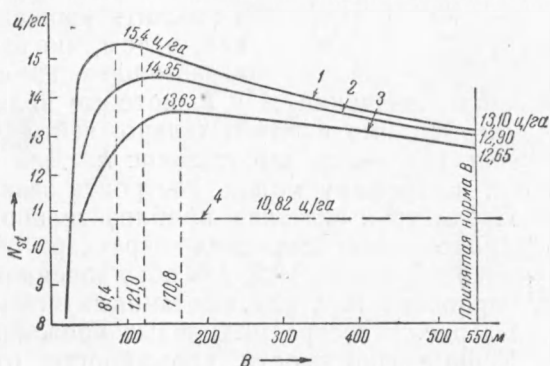


Рис. 3. Урожайность полевых культур в зависимости от расстояний между лесными полосами (для тучного чернозема). 1— $y=20$ м, 2— $y=28,3$ м, 3— $y=40$ м, 4—урожай открытой степи

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

Таблица 1

$i,^\circ$ в °	$y,$ в м	$B,$ 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 восьмидесятилетней 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	$y,$ в м	$B,$ в м	Урожай при принятой норме в 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, Защитное лесоразведение, 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.

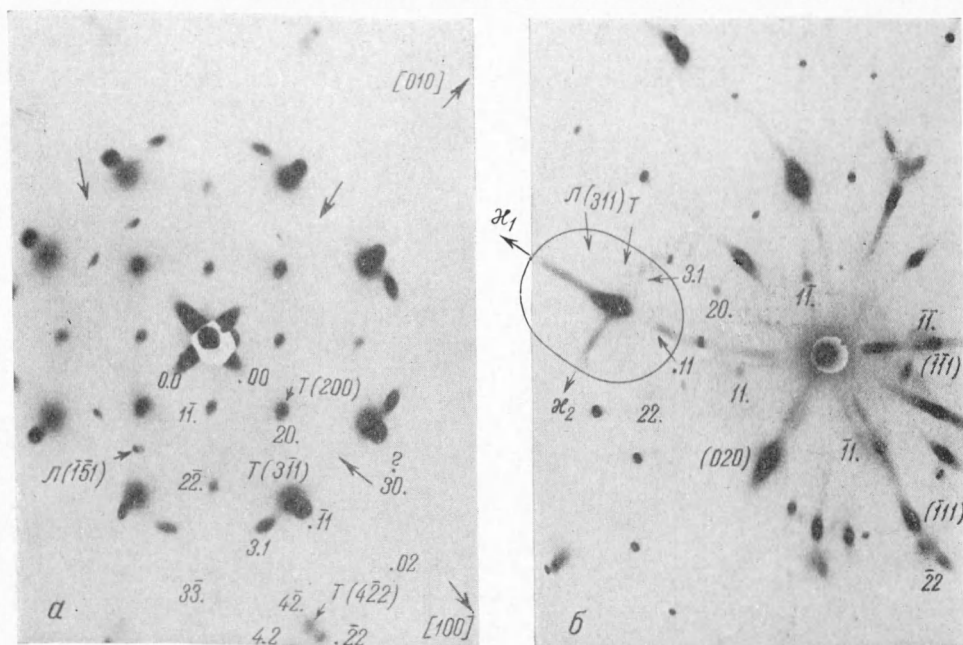


Рис. 1. Al — Cu после естественного старения. а — излучение K_{α} Rh, луч по [001]; б — излучение K_{α} Mo + белое, луч примерно по [629]. Эллипсом выделена область проекции первой плоскости (001) обратной решетки. Л — лауэвские пятна, Т — тепловые максимумы. 11. и т. д. — максимумы двумерной дифракции

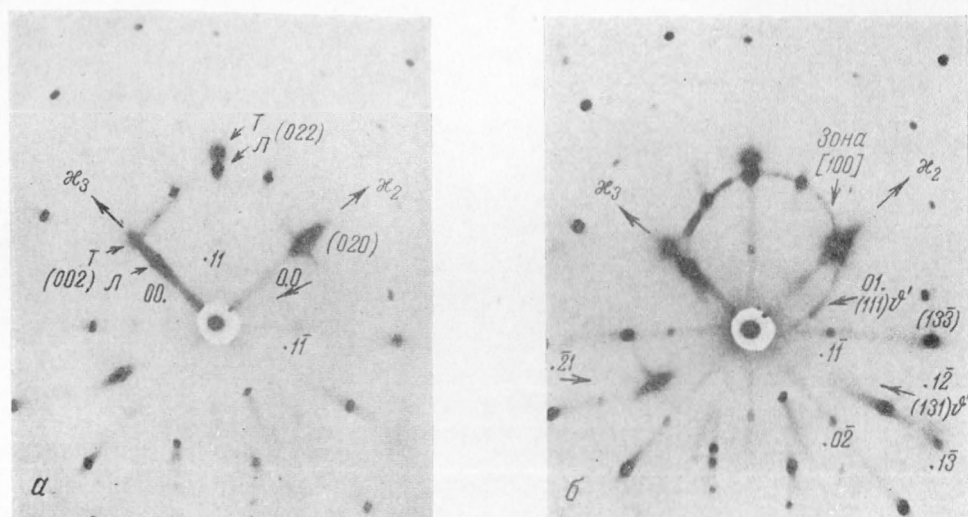


Рис. 3. Al — Cu. Излучение K_{α} Mo + белое, луч примерно по [133]; а — после естественного старения; б — после дополнительного отжига 49 час. при 170°. Прочерченный зональный эллипс — максимум одномерной дифракции — имеет в обратной решетке индексы 0... или $(0\frac{1}{2}\frac{1}{2})_3$. После отжига появились двумерные максимумы со смешанными индексами