

# МОНИТОРИНГ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СОСНОВОГО НАСАЖДЕНИЯ

Володченкова Л.А., Гуц А.К.

ГОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»

644077 г.Омск, пр.Мира, 55-а. email: volodchenkova@cmm.univer.omsk.su;

aguts@omsu.ru

Целью работы является демонстрация возможностей способа прогнозирования состояний лесных экосистем на основе математической теории катастроф, предложенного в [1]. Лесная экосистема описывается потенциальной функцией вида:

$$V(x, k, m, a, w) = \frac{\alpha}{6}(x - x_0)^6 + k(x - x_0)^4 + m(x - x_0)^3 + a(x - x_0)^2 + w(x - x_0).$$

где  $x$  – первичная продукция фитомассы, коэффициент  $\alpha = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$ ,  $\alpha_j$  – доля фитомассы  $j$ -го яруса в фитомассе всего леса,

$$k = -c_k(CI - CI_0), m = c_m\left(\frac{s^2}{\mu} - 1\right), a = -c_a(UAH - UAH_0), w = c_w(W - W_0),$$

$CI$  – индекс конкуренции [2];  $s^2/\mu$  – коэффициент дисперсии, являющийся показателем равномерности распределения деревьев в пространстве (если  $s^2/\mu$  близко к нулю, то распределение регулярное, к единице – случайное, а чем более единицы, – тем контагиознее (пятнистее), т.е. мозаичнее);  $UAH$  – уровень антропогенной нагрузки на район, равный отношению степени антропогенного воздействия к биоклиматическому потенциалу [3];  $W$  – влажность почвы;  $c_k, c_m, c_a, c_w$  – постоянные коэффициенты.

Величины  $CI_0, UAH_0, W_0$  – это критические значения факторов, обозначающие границы экологической устойчивости фитоценоза. Через  $x_0$  обозначим минимально допустимую для изучаемого типа леса продукцию фитомассы.

Таблица 1

**Таксационные показатели культур сосны на пробных площадях [4]**

№ проб-ной площади	Фитомасса, т/га					Первичная продукция, т/га				
	Древе-сина ствола	Кора ствола	Скелет кроны	Хвоя	Ито-го	Древе-сина ствола	Кора ство-ла	Скелет кроны	Хвоя	Ито-го
1	4,1	2,0	2,1	3,4	11,6	1,0	0,2	0,7	1,7	3,6
2	43,0	5,8	10,4	7,2	66,4	4,9	0,5	1,4	2,9	9,7
3	79,6	8,7	8,2	8,0	104,5	6,4	0,6	1,7	2,7	11,4

В Саргатском лесхозе на трех пробных площадях, заложенных в сосновых культурах 10, 21 и 30 лет, созданных рядовой посадкой на лугово-черноземных почвах были выполнены исследования [4], результаты которых представлены в табл.1 и 2.

Таблица 2.

**Фитомасса и первичная продукция в абсолютно сухом состоянии в культурах сосны [4]**

№ пробной площади	Фитомасса, т/га					Первичная продукция, т/га				
	Древесина ствола	Кора ствола	Скелет кроны	Хвоя	Итого	Древесина ствола	Кора ство-ла	Скелет кроны	Хвоя	Итого
1	4,1	2,0	2,1	3,4	11,6	1,0	0,2	0,7	1,7	3,6
2	43,0	5,8	10,4	7,2	66,4	4,9	0,5	1,4	2,9	9,7
3	79,6	8,7	8,2	8,0	104,5	6,4	0,6	1,7	2,7	11,4

Примем  $\alpha = 97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$ ;  $x = 9.7$  т/га за год (табл.1, для  $x$  такие же данные для I бонитета даны в [5]). Далее, берем  $CI = 12$  [2],  $s^2 / \mu = 0$  (регулярное распределение). Для Саргатского лесхоза (района)  $7.0 < UAH < 14.0$  [3]. Берем  $UAH = 10$ . Наконец,  $W = 30\%$ . Полагаем, что  $c_k = 1, c_m = 1, c_a = 1, c_w = 1$  в соответствующих единицах измерения. Наконец,  $CI_0 = 5, UAH_0 = 15, W_0 = 20\%, x_0 = 0,5$ .

Следовательно, потенциал соснового насаждения равен

$$V_{in}(x) = 97(x - 0,5)^6 - 7(x - 0,5)^4 - (x - 0,5)^3 + 5(x - 0,5)^2 + 10(x - 0,5).$$

.График потенциала дан на рис.1.

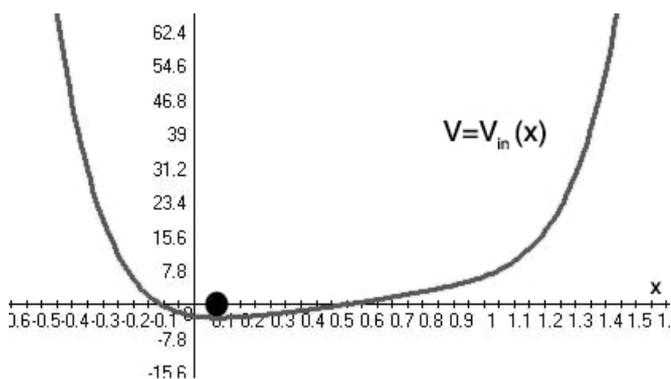


Рис.1. График потенциала сосняка в Саргатке при  $UAH = 10$ .

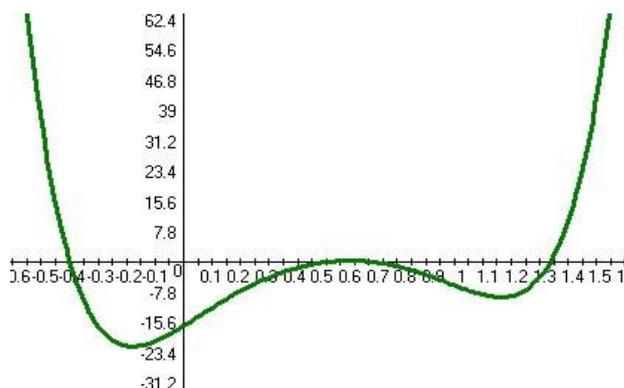


Рис.2. График потенциала сосняка в Саргатке при  $UAH = 65$ .

Прежде всего отметим, что в [1] говорится о приближении экологического кризиса или лесной катастрофы, если  $d_x V(x, k, m, a, w) \rightarrow 0, d^2_x V(x, k, m, a, w) \rightarrow 0$  в ходе мониторинга

значений  $x, k, m, a, w$ . В нашем случае до кризиса далеко. В этом легко убеждаемся, подставляя значения  $x$  из табл.2 в  $d_x V, d^2_x V$ .

Далее, из графика потенциала, данного на рис.1 видно, что в настоящий момент сосняк не находится в равновесном состоянии – он в стадии роста. Равновесное состояние – это  $x = 0.1$  и отвечает оно самому началу эволюции леса, моменту посадки насаждения.

На рис.2 дан график потенциала, который отвечает резко возросшему фактору антропогенной нагрузки на насаждение –  $УАН=65$ . Видим, что лес имеет равновесное состояние с отрицательным  $x$ . Заметим, что отрицательное  $x$  на рис.2 можно трактовать как состояние леса, в котором уже нет прироста фитомассы. Лес гибнет. Впрочем, есть и другое альтернативное устойчивое состояние с продуктивностью фитомассы  $x=1.15$  т/га за год. Это экологическая стойкость посадки по отношению к сильной антропогенной нагрузке на него. Пробная площадка № 1 (табл.2) очень близка к этому состоянию, и она самая молодая среди трех пробных площадок (табл.1).

Таким образом, наш пример демонстрирует широкие возможности предложенной в [1] теории в целях прогнозирования состояний лесных насаждений.

### Список литературы

1. Володченкова Л.А., Калинин Н.А. Описание и моделирование катастроф лесных биоценозов // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2009. – № 12. – С.298-309.

2. Вайс А.А. Классификация деревьев и горизонтальная структура ценозов [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. – 2007. – №.31(7). – С.1-13. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2007/07/pdf/14.pdf>.

3. . Большаник П.В., Игенбаева Н.О. Эколого-ландшафтное районирование Омского Прииртышья // География и природные ресурсы. –2006. – №3. – С.37-41.

4. Усольцев В.А., Ненашев Н.С., Белоусов Е.В., Плесовских Н.Ю. Биологическая продуктивность культур сосны в Омской области [Электронный ресурс]. – URL:

[http://science-bsea.narod.ru/2004/leskomp\\_2004/usoltsev\\_biologih.htm](http://science-bsea.narod.ru/2004/leskomp_2004/usoltsev_biologih.htm).

5. Швиденко А., Щепашенко Д., Нильссон С., Булуй Ю. Модели и таблицы биологической продуктивности // Леса и лесное хозяйство России. Данные и анализ [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/home\\_ru.html](http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/home_ru.html).