

УДК 712.23: 630\*524.634: 519.876

## ВЛИЯНИЕ ПОЧВЫ НА ДРЕВЕСНЫЙ ЗАПАС СОСНЯКОВ ПО ТИПАМ ЛЕСА (ПО ДАННЫМ J. ILVESSALO ИЗ КНИГИ А.К. КАЯНДЕРА О ТИПАХ ЛЕСОВ ЮЖНОЙ ФИНЛЯНДИИ)

Мазуркин П.М.

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола,  
e-mail: kaf\_po@mail.ru

Применительно к ландшафтной архитектуре необходимо в концепции территориального строительства на первое место поставить природные объекты в виде системы «лесная почва – древостой сосняка» естественного происхождения. Для этого вначале необходимо выявить закономерности влияния химических веществ лесной почвы на параметры древостоя. Доказано, что независимости между параметрами древостоев и лесной почвой нет. Динамическая типология на количественном уровне связей между параметрами древостоя и почвы характерна и в нормальных спелых сосняках, по данным Ilvessalo и А.К. Каяндера. Почва является живым веществом, и в любой точке суши Земли происходят одни и те же биохимические реакции. Выявленные закономерности показали, что даже средние данные 1916–1918 гг. для Южной Финляндии по семи типам леса и шести показателям почвы допустимо объединить с таблицей хода роста сосняков от 10 до 150 лет из тех же мест.

**Ключевые слова:** лесная почва, показатели, запас сосняков, закономерности влияния

## EFFECT OF SOIL ON PINE STANDS OF TIMBER ACCORDING TO FOREST TYPES (ACCORDING TO J. ILVESSALO FROM A.K. KAYANDER'S BOOK ABOUT THE WOODS OF THE SOUTHERN FINLAND)

Mazurkin P.M.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education  
«Volga State University of Technology», Yoshkar-Ola, e-mail: kaf\_po@mail.ru

In relation to landscape architecture it is necessary in the concept of territorial construction is proposed in the first place to put natural objects in the form of a system of «forest soil – forest of the pine» of natural origin. For this, we first need to identify natural-STI effect of chemicals on forest soil parameters of forest stands. It is proved that the independence between the parameters of trees and forest soil not. Dynamic typology of a quantitative relations between the parameters of the stand and soil characteristic in normal mature pine according Ilvessalo and A.K. Kayander. Soil is a living substance, and at any point of Earth's land are the same biochemical reactions. The patterns show that even the average data for 1916–1918 in southern Finland on seven forest types and six indicators of soil allowed to combine with the table of the growth pine from 10 to 150 years from the same places.

**Keywords:** forest soil, indicators, stock pine, forests of the influence

Из словаря архитектурно-строительных терминов известно, что ландшафтная архитектура – это «вид искусства, целью которого является организация пространственной среды с помощью природного материала, приводящего к гармонии пластические особенности существующего рельефа». В этом определении нужно поменять акценты: на первое место поставить природный материал, на второе – существующий рельеф, и только на третье место определить искусственные объекты. Это и будет биотехническим подходом в строительстве.

Тогда важнейшим природным материалом становится лесной массив как органичное динамичное единство свойств и параметров почвы и древостоев на ней.

Цель статьи – доказать влияние почвы на древостой выявлением закономерностей изменения запаса ствольной древесины в коре у сосняков от свойств почвы, по данным [3].

Академик И.С. Мелехов указывал [1, с. 7], что Г.Ф. Морозов в своем учении

о лесе требовал от лесоводов, кроме древостоя, принимать во внимание и другие свойства – почву и климат, прямое и косвенное вмешательство человека в жизнь леса.

Приспевающие и спелые сосняки также меняют тип леса, т.е. свойства лесной почвы, которые были в период развития и роста молодняка, существенно меняются. Поэтому *динамическая типология* количественно по взаимным связям между древостоем и почвой характерна не только для молодняков [4], но и спелых нормальных сосняков по *статической типологии* Ilvessalo и А.К. Каяндера [3]. Лесная почва и древостой имеют гомеостаз.

Тогда получается, что коды типов леса можно заменить значениями концентрации веществ лесной почвы. Для этого нужно бы объединить в одну таблицу таксационные измерения 240 пробных площадей сосняков (и столько же модельных сосен господствующего класса высоты) с данными агрохимического анализа (более 600 почвенных

проб из Южной Финляндии по состоянию на 1916–1918 гг.). Это позволило бы исключить фактор «прямое и косвенное вмешательство человека в жизнь леса»: в те годы финские леса были естественными, а через 100 лет они изменены человеком. Их теперь можно сравнить с данными [3].

**Исходные данные.** J. Ivessalo и А.К. Каяндер [3] ввели символичные коды, и для этих же типов леса привели концентрации в лесной почве биохимических веществ. Тогда можно переходить на натуральные шкалы по концентрации питательных веществ почвы.

Возрастная структура сосняков Южной Финляндии по состоянию на 1916–1918 гг. в книге [3] определена с разными правыми границами 150, 130 и 120 лет. При этом период возраста 50–120 лет – это хозяйственный лес и по терминологии Г.Ф. Морозова. Из-за малого количества типов (менее пяти после возраста 120 лет) в табл. 1 даны запасы

только в интервале 10–120 лет. Вначале дадим модели по годам, а затем по всему периоду 10–120 лет.

**Изменение запаса по годам.** Влияние каждого из шести почвенных веществ на изменение запаса по таблице хода роста сосняков дано коэффициентом корреляции в табл. 2.

Сумма химических веществ оказывает почти однозначное влияние, но её вычисление требует сложных измерений по биохимическим ингредиентам. Таким образом, далее на продуктивность древостоя влияют по рейтингу вещества: 2 – кальций; 3 – азот; 4 – калий.

**Влияние кальция.** Общее уравнение для всех возрастов сосняков (табл. 3) имеет вид

$$V = a_1 CaO^{a_2} \exp(-a_3 CaO^{a_4}), \quad (1)$$

в фактическом интервале изменения объясняющей переменной  $CaO = 0,464 \dots 1,478$  кг/га.

**Таблица 1**

Показатели почвы и сосняков разного возраста по пяти типам леса

Тип леса	На 1 аре		На 1 га, кг					Запас $V$ в возрасте $A$ нормального сосняка, м <sup>3</sup> /га											
	прок.	электр.	N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO	CB	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ОМТ	1,448	794	3,315	0,492	486	1,478	491,29	19	70	140	208	279	344	405	458	500	535	560	576
МТ	1,237	497	2,428	0,910	446	1,257	450,60	13	60	135	200	260	313	363	407	443	472	492	503
VT	1,029	271	1,726	1,479	449	0,996	453,20	10	44	87	134	177	219	262	299	328	351	366	375
СТ	1,085	418	1,547	1,080	429	0,680	432,31	7	24	47	75	104	128	153	178	203	222	240	254
СП	0,601	220	0,860	1,471	531	0,464	533,80	–	3	10	17	31	46	62	80	98	114	132	148

Примечание. Сумма питательных веществ почвы  $CB = N + P_2O_5 + K_2O + CaO$ .

**Таблица 2**

Влияние почвы на древостой

$A$ , лет	Коэффициент корреляции по веществам						CB
	прок.	элек.	N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO	
10	0,9437	0,8558	0,9875	0,8904	1,0000	0,9979	1
20	0,9217	0,8068	0,9850	0,7634	0,9502	0,9942	1
30	0,8988	0,7964	0,9906	0,7530	0,9075	0,9955	1
40	0,9026	0,7937	0,9901	0,7465	0,8228	0,9949	1
50	0,9144	0,8063	0,9901	0,7623	0,9164	0,9957	1
60	0,9172	0,8068	0,9873	0,7655	0,9228	0,9976	1
70	0,9177	0,8043	0,9846	0,7638	0,9319	0,9988	1
80	0,9193	0,8057	0,9831	0,7660	0,9371	0,9992	1
90	0,9729	0,8111	0,9835	0,7716	0,9399	0,9991	1
100	0,9247	0,8153	0,9831	0,7767	0,9410	0,9992	1
110	0,9277	0,8232	0,9835	0,7862	0,9336	0,9991	1
120	0,9303	0,8312	0,9839	0,7959	0,9388	0,9991	1
$\Sigma$	11,091	9,7566	11,8323	9,3413	11,142	11,9703	12
I	5	6	3	7	4	2	1

По табл. 3 оптимальное значение концентрации оксида кальция должно быть в пределах 1,4–3,0 кг/га. Тогда обеспечивается максимум продуктивности сосняка. Удельная потребность кальция в разные возрасты определится как разница между оптимумом (рис. 1) и фактическим содержанием кальция в почве. Эту разницу нужно дополнять удобрением в почву.

Динамика оптимума кальция определится (рис. 1) двухчленным уравнением

$$Ca_{opt} = 1,88434 \exp(-0,0066599A) + 3,6013 \cdot 10^{-24} A^{13,89045} \exp(-0,0036967 A^{1,70682}). \quad (2)$$

Из графиков (рис. 1) видно, что до 40 лет потребность в оксиде кальция снижается, а в интервале 40–110 лет потребуется наибольшее потребление кальция сосняками в 90–100 лет (репродуктивный возраст).

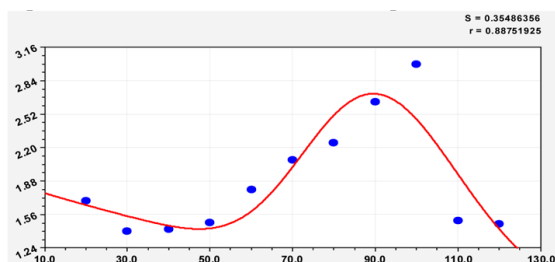
С увеличением возраста кризисно снижается амплитуда колебательного возмущения потребности сосняков в кальции.

Поэтому общий график показывает трехчленную формулу вида

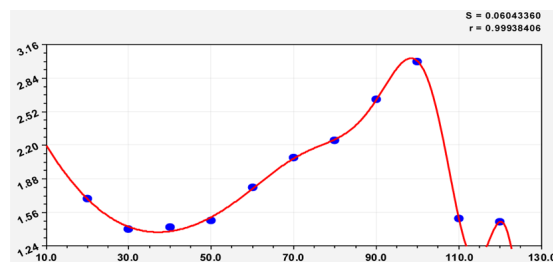
$$Ca_{opt} = Ca'_{opt} + Ca''_{opt} + Ca'''_{opt}, \quad (3)$$

$$Ca'_{opt} = 3,36147 \exp(-0,022941A), \quad Ca''_{opt} = 4,57060 \cdot 10^{-24} A^{13,92679} \exp(-0,0037007 A^{1,70682}),$$

$Ca'''_{opt} = A \cos(\pi A / P + 5,73054)$ ,  $A = -0,48275 \exp(-0,00073334A)$ ,  $P = 74,76032 - 0,42480A$ , где  $A$  – амплитуда (половина) колебания, кг/га,  $P$  – полупериод возмущения, лет.



Тренд динамики оптимального содержания в почве



Общий график оптимума оксида кальция

Рис. 1. Динамика оптимума концентрации кальция

Таблица 3

Влияние кальция (кг) на запас ( $m^3$ )

A, лет	Параметры закономерности (1)				Оптимум	
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$Ca_{opt}$	$V_{max}$
10	10,39608	1,41204	0	0	–	–
20	483,9799	4,02179	2,37832	1	1,69	71,74
30	91,96433	2,17318	0,018868	7,99137	1,40	144,75
40	157,6321	2,29965	0,10989	4,42035	1,42	210,38
50	209,1188	2,10395	0,11341	3,94656	1,48	280,03
60	1002,501	3,03831	1,46870	1,09088	1,80	367,75
70	59742,33	4,19503	5,39073	0,52842	2,08	460,34
80	19969,11	3,58481	4,16998	0,55059	2,25	540,26
90	132499,2	3,69505	5,96974	0,41421	2,64	637,04
100	25883,16	3,07976	4,27016	0,44316	3,00	732,46
110	372,3198	1,26544	0,000678	12,3995	1,50	560,83
120	383,1334	1,17936	2,833e-6	25,1785	1,47	576,26

При посадке саженцев сосны  $A = 0$  нужен кальций:  $3,36147 - 0,48275 \approx 2,9$  кг/га.

Удобрение лесной почвы до оптимальной концентрации оксида кальция позволяет достичь максимума (рис. 2) объема стволовой древесины по формуле

$$V_{Ca} = V'_{Ca} + V''_{Ca}, \quad (4)$$

$$V'_{Ca} = 0,0036159A^{2,84371} \exp(-0,033667A),$$

$$V''_{Ca} = A \cos(\pi A / P + 4,24700),$$

$$A = -307,55336 \exp(-0,0090624A),$$

$$P = 121,45435 - 0,0024778A^{2,18239}.$$

Сосняки после 100-летнего возраста входят в «ступор», т.е. в сильное колебание по запасу. Это означает [5, 6], что сосняки запоздали с возрождением новых поколений сосен.

Этот биотехнический эффект хорошо заметен на рис. 3 по динамике удельной продуктивности древесины на единицу концентрации кальция  $K_{Ca} = V_{\max} / Ca_{opt}$  по формуле

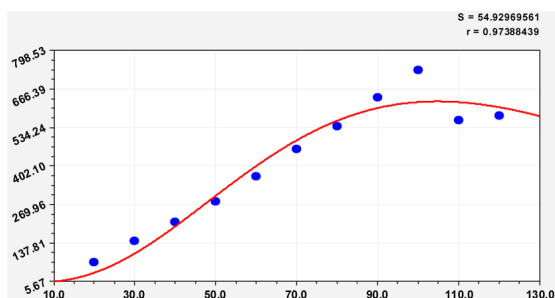
$$K_{Ca} = K'_{Ca} + K''_{Ca} + K'''_{Ca}, \quad (5)$$

$$K'_{Ca} = 1,69046 \exp(2,38144A^{0,16658}), \quad K''_{Ca} = A_1 \cos(\pi A / P_1 + 0,081817),$$

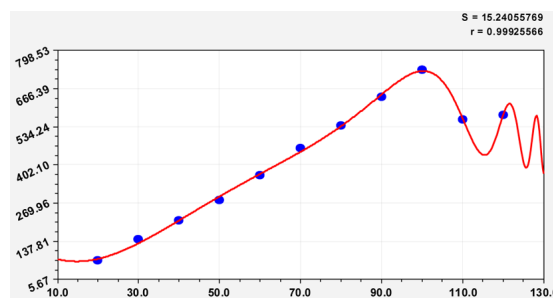
$$A_1 = -45,21369A^{0,087017} \exp(-0,00046483A^{1,87178}), \quad P_1 = 101,6942 - 0,90343A^{0,94401},$$

$$K'''_{Ca} = A_2 \cos(\pi A / P_2 + 0,46491), \quad A_2 = 5,39222 \exp(2,12236 \cdot 10^{-5} A^{2,50173}),$$

$$P_2 = 19,92340 - 0,023736A^{0,86944}.$$

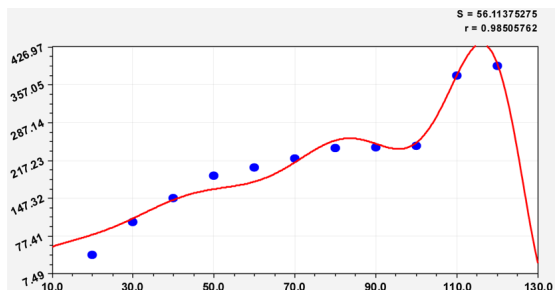


Тренд продуктивности сосняка по запасу древесины

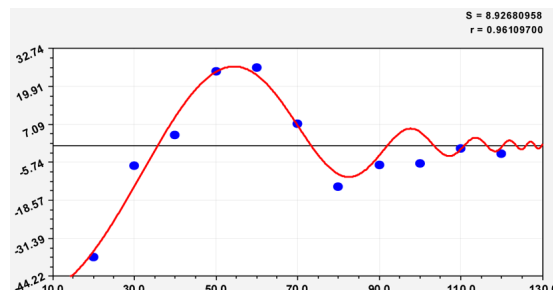


Общий график динамики запаса по модели (4)

Рис. 2. Динамика максимума запаса сосняка по древесине при оптимальном содержании кальция в почве



Тренд и вторая волна срыва запаса древесины



Первая кризисная волна запаса стволовой древесины

Рис. 3. Динамика отношения максимума запаса сосняка к оптимальному содержанию кальция в почве

Уравнение (5) позволяет утверждать о влиянии кальциевой революции Вселенной [5, с. 60–63] на поведение сосняков Южной Финляндии по состоянию на 1916–1918 гг.

Нами выдвигается гипотеза о том, что первая составляющая модели (5) отражает последствия влияния кальциевой революции на сосняки. Поэтому этот экспоненциальный закон роста задан соснам на генетическом уровне. Кризисная (отрицательный знак) вторая составляющая показывает влияние фенотипа, то есть в сосняках естественного происхождения происходит кризисная колебательная адаптация генотипа сосны к фенотипу, т.е. к условиям места произрастания. В момент прорастания семени сосны период колебания генетически задан в  $2 \times 101,6942 \approx 203,4$  года. Однако известно [9, 10], что отдельные особи растения генетически неоднородны. Поэтому запрограммированная продолжительность активной жизнедеятельности в среднем 203,4 года для всей популяции сосен древостоя корректируется условиями произрастания, прежде всего, химическими веществами почвы, у каждой сосны.

Третья составляющая модели (5) позволяет обособленно рассматривать совместное влияние генотипа и фенотипа для 240 сосняков. Она показывает, что ам-

плитуда колебательного возмущения двух энергий (генотипа и фенотипа) с возрастом сосняков быстро нарастает, а период колебания снижается, начиная от 40 лет в момент проростков сосны. В итоге поведение сосняков аналогично аварии двигателя внутреннего сгорания (двигатель идет в разнос), но только гораздо медленнее и десятилетиями, а не секундами. Но содержательно в лесах и двигателях происходят одинаковые по смыслу разрушительные процессы.

**Влияние азота.** Общее уравнение (табл. 4) дается уравнением ( $\hat{N} = 0,860...3,315$  кг/га)

$$V = a_1 N^{a_2} \exp(-a_3 N), \quad (6)$$

где показатель  $V_{\max}$  дается при условии  $N = N_{\text{opt}}$

Гипотеза: древостой формирует почву с высоким содержанием азота, и только затем в естественных условиях появляются всходы новых особей. До достижения сосняка биологически зрелого возраста слой опада и гумуса толстый и поэтому задерживает появление новых всходов. И только после переработки опада микроорганизмами и грибами появляется возможность новых древесных растений.

Эта гипотеза подтверждается (рис. 4) несколькими уравнениями, по данным табл. 4:

$$N_{\text{opt}} = 617,35749 \exp(-0,34639A) + 1,29042A^{0,21613}; \quad (7)$$

$$V_{\max} = 51,61945 \exp(0,013165A) + 2,60894 \cdot 10^7 A^{11,80042} \exp(-29,05595A^{1,76760}). \quad (8)$$

Таблица 4

Влияние азота (кг) на запас ( $\text{м}^3$ )

A, лет	Параметры формулы (6)			Оптимум	
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$N_{\text{opt}}$	$V_{\max}$
10	4,87186	1,30054	0,060645	21,45	71,50
20	40,31789	4,77255	1,56218	3,06	70,40
30	105,9987	6,00419	2,08778	2,88	148,68
40	158,6516	5,55359	1,92713	2,88	219,45
50	187,5432	4,80209	1,61648	2,97	287,27
60	211,1322	4,26279	1,39357	3,06	349,23
70	235,9488	3,80980	1,21379	3,14	408,13
80	256,0094	3,39443	1,05066	3,23	460,07
90	272,3131	3,03207	0,91130	3,33	502,61
100	282,8193	2,76404	0,80499	3,43	539,44
110	285,4030	2,43609	0,67485	3,61	569,59
120	283,1437	2,14005	0,55656	3,85	594,75

По формуле (7) для всходов вне древо- стоя нужно громадное содержание азота. Для 10-летних сосенок нужен азот 21,45 кг/ га. И только к 20-летнему возрасту общий азот составляет 3,06 кг/га. А из уравнения (8) следует, что для всходов сосны нужна лесная среда с запасом не менее 51,6 м<sup>3</sup>/ га. Тогда, по таблице хода роста [3], полу-

чены значения возраста сосняка для появле- ния подроста: тип леса ОМТ – 17; МТ – 19; ВТ – 22; СТ – 33; СИТ – 64 года.

Биотехнический эффект колебательного возмущения на рис. 4 хорошо заметен по динамике удельной продуктивности древе- сины на единицу азота  $K_N = V_{\max} / N_{opt}$  по формуле

$$K_N = K'_N + K''_N, \tag{9}$$

$$K'_N = 0,0066979 A^{4,37499} \exp(-1,30404 A^{0,44712}), K''_N = A \cos(\pi A / P - 1,28926),$$

$$A = 0,81217 \exp(0,031972 A), P = 7,11455 + 0,14466 A^{1,01495}.$$

Со 110 лет намечается снижение продуктивности, но позитивная колебательная адап- тация на азот возрастает (амплитуда), а волна успокаивается (период от 14,2 лет и выше).

**Влияние калия.** В интервале  $K_2 O = 429 \dots 531$  запас изменяется (табл. 5) по формуле

$$V = a_1 \exp(a_2 K_2 O) - a_3 K_2 O^{a_4}. \tag{10}$$

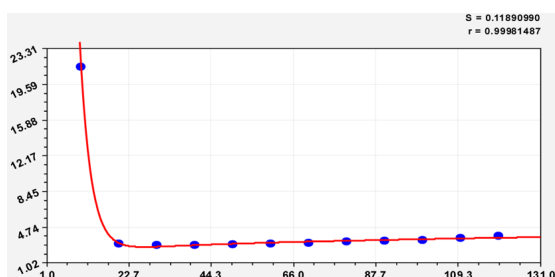
Видно: действуют две силы – экспоненциальный рост и показательный кризис запаса. Динамика оптимума калия и максимума запаса дается (рис. 5) закономерностями:

$$K_2 O_{opt} = 4418,204 \exp(-2,17021 A^{0,0036368}) - A \cos(\pi A / P + 2,98180),$$

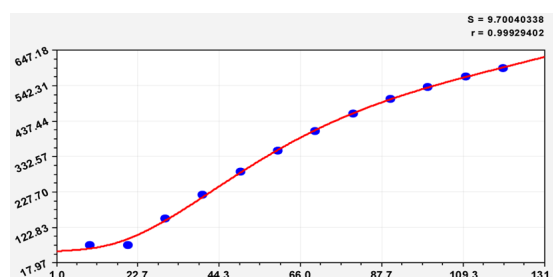
$$A = 3,30784 \cdot 10^{-6} A^{6,31752} \exp(-0,19654 A), P = 361,7234 - 229,9217 A^{0,092809}; \tag{11}$$

$$V_{\max} = 0,33489 A^{1,77390} \exp(-0,00041241 A^{1,63559}) - A \cos(\pi A / P - 1,32620),$$

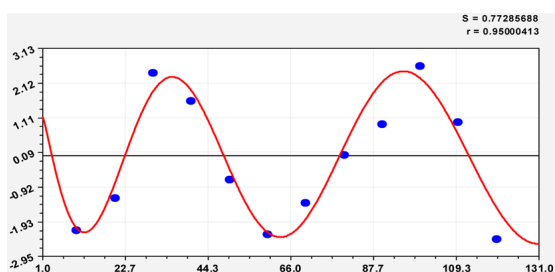
$$A = 3,51967 \cdot 10^{-10} A^{9,29226} \exp(-0,23188 A), P = 0,60608 + 0,53820 A. \tag{12}$$



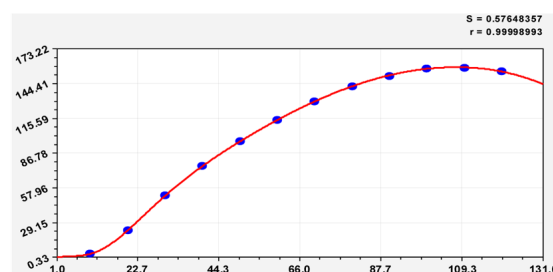
Динамика оптимальной концентрации азота



Динамика максимума запаса стволовой древесины



Динамика возмущения удельной продуктивности



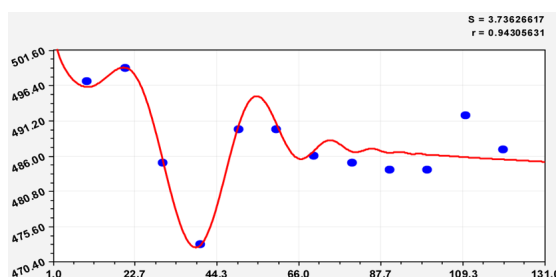
Динамика удельного запаса на 1 кг азота

Рис. 4. Динамика оптимума азота, запаса и удельной продуктивности сосняка на 1 кг азота в почве

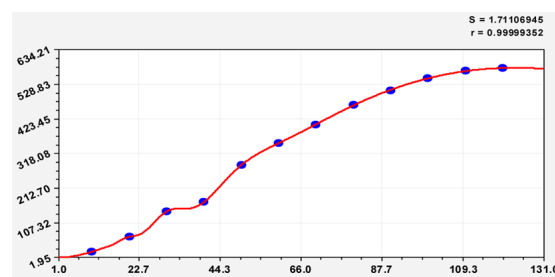
Таблица 5

Влияние оксида калия на динамику запаса стволовой древесины сосняков

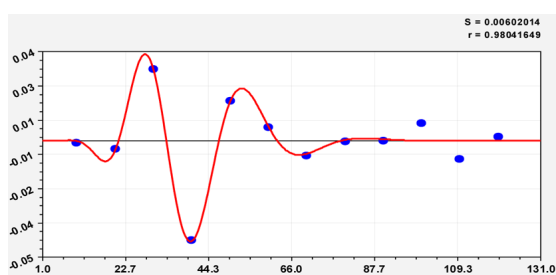
Возраст $A$ , лет	Параметры закономерности (10)				Оптimum оксида калия		
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$K_2O_{opt}$ , кг/га	$V_{max}$ , м <sup>3</sup> /га	$K_{K_2O}$ , м <sup>3</sup> /кг
10	6,92531e-7	0,040015	1,25863e-55	21,26881	497	19,46	0,0392
20	6,94713e-6	0,038116	8,16407e-53	20,44686	499	64,83	0,1299
30	4,16007e-5	0,035729	1,76090e-49	19,30657	485	142,64	0,2941
40	0,21725	0,016589	1,91107e-28	11,32903	473	171,26	0,3621
50	0,0023989	0,027273	9,76638e-42	16,39461	490	283,55	0,5787
60	0,0012037	0,029564	3,30008e-43	17,01860	490	350,37	0,7150
70	0,00022690	0,034200	2,70839e-47	18,64468	486	407,06	0,8376
80	0,00012721	0,035930	4,66453e-49	19,34619	485	466,06	0,9609
90	0,00012481	0,036234	2,81308e-49	19,44939	484	510,73	1,0552
100	0,00012967	0,036320	2,59366e-49	19,47566	484	547,87	1,1320
110	0,0083317	0,025976	4,70246e-40	15,86427	492	570,01	1,1586
120	0,00086144	0,031944	1,93913e-44	17,61807	487	578,32	1,1875



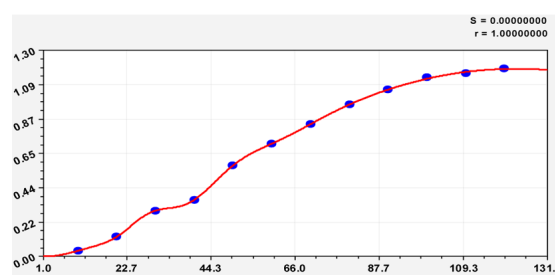
Динамика оптимальной концентрации калия



Динамика максимума запаса стволовой древесины



Кризисное возмущение удельной продуктивности



Динамика удельного запаса на 1 кг оксида калия

Рис. 5. Динамика оптимума калия, запаса и удельной продуктивности сосняка на 1 кг калия в почве

При условии  $A = 0$  для всходов вне дровостоя калия необходимо более в 8 раз. В возрасте 20–50 лет происходит резкий волновой спад потребления калия. Этот импульс мало сказывается на динамике запаса. Период 30–40 лет есть наиболее продуктивный для появления подростка. В разновозрастном сосняке вполне имеют-

ся материнские сосны. После 50 лет в сосняке происходит усиление конкуренции у взрослых особей с молодняком. Сосенки получают при оптимальной концентрации калия период жизни в  $2 \times 361,7 = 723,4$  года. По запасу, наоборот, подрост получает старт  $2 \times 0,6 = 1,2$  года, если не будет съеден по верхушке.

Удельный запас сосняка на 1 кг оксида калия  $K_{K_2O} = V_{\max} / K_2O_{opt}$  дается уравнением

$$K_{K_2O} = K'_{K_2O} + K''_{K_2O}, \quad (13)$$

$$K'_{K_2O} = 0,00065237 A^{1,79959} \exp(-0,00063789 A^{1,55870}), \quad K''_{K_2O} = A \cos(\pi A / P - 4,39947),$$

$$A = -8,17864 \cdot 10^{-10} A^{6,99278} \exp(-0,20041 A^{0,99771}), \quad P = 10,13222 + 0,036615 A^{1,02919}.$$

Удельная продуктивность имеет кризисное возмущение в период 10–80 лет. Далее калий влияет на сосняки спокойно, так как период колебания с 20,2 лет, по (13), нарастает.

### Заключение

Технологический форсайт [1] в ландшафтном строительстве может быть реализован только на основе знаний о закономерностях поведения, в частности, по влиянию почвы на древостой. Энергетический импульс научно-технологических инноваций [7] будет возникать только на основе научно обоснованного управления земельным фондом [8], на котором должны быть рационально распределены лесные земельные участки.

А для выявления таких биотехнических закономерностей нужны данные измерений без их группировок, по соответствию проб почвы параметрам древостоя. Лучше всего брать пробы почвы и замерять параметры лесных деревьев одновременно. Тогда каждый древостой со своей почвой измеряется общим множеством таксационных и биохимических параметров, получается, что вещество почвы может заменить типизацию.

Сумма веществ почвы, по данным табл. 2, показывает, что все три представленных биохимических вещества (кальций, азот и калий) должны быть в конкретном сосняке не меньше, чем это показано в таблицах и формулах биотехнических законо-

мерностях. И тогда можно ожидать высокого запаса древостоя.

### Список литературы

1. Зинченко М.А. Анализ использования технологического форсайта как метода выбора приоритетных направлений инновационного развития // Инноватика и экспертиза. – 2012. – № 1(8). – С. 92–101.
2. Избранные труды Г.Ф. Морозова: Учебное издание / Сост. М.Д. Мерзленко. Изд. 2-е, доп. – М.: МГУЛ, 2004. – 168 с.
3. Каяндер А.К. I. Сущность и значение типов леса. II. Различия в учениях о типах леса (Каяндера, Морозова и Сукачева). – М.: Гослестехиздат, 1933. – 50 с.
4. Концепция динамической типологии И.С. Мелехова (часть 1) // <http://allyears.ru/lesovedenie/1177-konceptsiya-dinamicheskoy-tipologii-i-s-melehova-chast-1.html> (дата обращения 16.03.2013).
5. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 336 с.
6. Мазуркин П.М. Закономерности устойчивого развития. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 302 с.
7. Мазуркин П.М. Энергетический импульс инновации // Наука и технологии. Том. 2. Краткие сообщения XXX Российской школы, посвященной 65-летию Победы. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – С. 121–123.
8. Мазуркин П.М., Касьянов Ю.В. Динамика управления земельным фондом субъекта федерации // Регистрация – кадастр. – 2012. – № 2. – С. 16–22.
9. Мазуркин П.М., Михайлова С.И. Распределение фитомассы травы и деревьев в лесном фитоценозе // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4. – С. 26–37.
10. Михайлова С.И., Мазуркин П.М. Ландшафтно-экологическая роль пойменного луга малых рек. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 154 с.