

УДК 712.23: 630\*524.634: 519.876

**ВЛИЯНИЕ ЗАПАСА СОСНЯКОВ НА КАЧЕСТВО ПОЧВЫ  
ПО ТИПАМ ЛЕСА (ПО ДАННЫМ J. ILVESSALO ИЗ КНИГИ  
А.К. КАЯНДЕРА О ЛЕСАХ 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 параметров древостоя на химические вещества лесной почвы. Показана методика определения потребности лесной почвы в питательных веществах по типам леса от прогнозируемой продуктивности сосняков по запасу. Доказано, что между почвой и древостоем наблюдаются явно нелинейные закономерности и колебательные адаптации. Типы леса не являются устойчивыми факторами – это изобретение человека для облегчения расчетов и поведения в лесах. Математически это означает одно: в науках о лесе всегда преобладал принцип линеаризации исходных данных через грубую классификацию. Наблюдается волновая динамика у показателей почвы и древостоя на ней. Поэтому нужно составлять общие таблицы первичных данных измерений без их группировки.

**Ключевые слова:** запас сосняков, качество почвы, колебательная адаптация, модели

**EFFECT OF RESERVE PINE FORESTS ON SOIL QUALITY 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-ple of influence of the parameters of forest chemicals forest soil. The technique of definition of need of the forest soil in nutrients on wood types from predicted efficiency of pine forests on a stock is shown. It is proved that, between the soil and forest stands are clearly nonlinear regularity and the oscillation of adaptation. Forest types are not sustainable factors – it is a human invention to facilitate the calculations and behavior in the woods. Mathematically, this means one thing: in the forest sciences always prevailed linearization principle source of data through a rough classification. Wave dynamics at soil and forest stand indicators on it is observed. Therefore, we must make common tables of raw data measurements without grouping.

**Keywords:** stock pine, soil quality, vibrational adaptation, model

Ландшафтная архитектура – это «искусство создавать гармоничное сочетание естественного ландшафта с освоенными человеком территориями, населенными пунктами, архитектурными комплексами и сооружениями. В задачи ландшафтной архитектуры входят охрана естественных ландшафтов и ...» (Большой Энциклопедический словарь).

Чтобы из искусства перейти к науке, необходимо измерить поведение разных видов, типов и структур сосняков к создаваемым удобрениями лесным почвам. Это позволило бы ускорить выявление закономерностей влияния почвы на древостой. Но и сами древостой, как известно, за десятилетия формируют свои места произрастания.

Поэтому цель статьи – показать методику определения потребности лесной почвы в питательных веществах по типам леса в зависимости от прогнозируемой продук-

тивности древостоев по запасу стволовой древесины плантационных сосняков.

Для лесных древесных плантаций, то есть специально отведенных лесных земельных участков для прямого вмешательства человека в жизнь лесных деревьев, необходимы устойчивые закономерности влияния параметров древостоя на формирование почвенного покрова и изменение его биохимических компонентов.

По мнению А.К. Каяндера «... действительно биологически родственные типы леса стояли в этой системе, возможно, ближе друг к другу». Однако «... типы леса всегда группировались по их нормальным формам (т.е. по растительным сообществам, представляющим спелые, нормально сомкнутые и развившиеся насаждения)». Таким образом, априори, без всякого количественного доказательства, то есть аксиоматически, предполагалась высокая теснота связи

между древостоем и почвой в одном типе леса: «Эти нормальные формы, в свою очередь, группировались таким образом, что все сообщества, имеющие близкий видовой состав растительности и соответственно ближе друг к другу стоящие, объединялись в одну группу». И тут же А.К. Каяндер критикует методологию типизации: «Этой, как и всякой естественной системе, само собой понятно, свойственно очень много субъективного» [5, с. 29].

Любая типизация относится к созерцательному творчеству и, как правило, выполняется по эвристическим признакам. Но, как подчеркивал А.К. Каяндер, на одной и той же почве могут произрастать разные типы леса. Он в своей брошюре привел данные экспериментов других авторов по древостоям и почве по отдельности. В этом его заслуга, хотя сам не сумел и, по-видимому, даже не пытался объединить количественные данные измерений.

**Концепция лесопользования.** Древопользование, как процесс извлечения из леса древесного сырья, является прямым вмешательством в жизнь леса, вплоть до ее полного прекращения сплошными рубками деревьев. В отличие от сельского хозяйства [1], этот процесс будет происходить десятилетиями, но по обработке почвы станет частью растениеводства. В истинном смысле слова **заготовка** – это лесной земельный участок, на котором проводится растениеводство с активным и интенсивным удобрением почвы для достижения прогнозной продуктивности

по объему кругляка при достижении технической (финансовой) спелости стволов.

Таким образом, сплошные рубки должны уйти в плантационное древопользование.

**Исходные данные.** Совмещенные данные (табл. 1) измерений J. Ilvessalo из книги [5] позволили нам выявить биотехнические закономерности влияния древостоев на почву.

Первичные данные по 240 модельным соснам и пробным площадям, а также более 600 почвенным пробам, можно бы поместить в общую таблицу для моделирования.

**Влияние запаса на почву.** По табл. 2 коэффициент функциональной связности (коррелятивной вариации) равен 0,975. Этот показатель очень высокий и показывает тесную взаимную связь между учтенными факторами в экспериментах факторами.

Наибольшую общую тесноту связи, как влияющая переменная, получили сосняки в возрасте 10 лет, то есть молодняки оказывают на концентрацию химических веществ в лесной почве наибольшее влияние.

Почти однозначную зависимость получили потери от прокаливания (этот показатель косвенно дает сумму веществ).

На втором месте как показатель находится кальций, а на третьем – общий азот.

**Влияние 10-летних сосняков.** На потери от прокаливания почвы и концентрации пяти веществ в лесной почве Южной Финляндии (на 1916–1918 гг.) запас в 10 лет дает влияние (рис. 1) по биотехническим закономерностям:

$$\text{Прок} = 10007,04 \exp(-1,53943V) + 0,32338V^{5,11867}; \quad (1)$$

$$\text{Элек} = 826,2357 - 0,011012V^{8,80247} \exp(-0,94402V); \quad (2)$$

$$N = 1,52630 + 7,00537 \cdot 10^{-13} V^{15,13886} \exp(-0,84254V); \quad (3)$$

$$P_2O_5 = 0,48038 + 2,33144 \cdot 10^{-8} V^{14,25925} \exp(-1,52640V); \quad (4)$$

$$K_2O = 263,4178 \exp(0,11396V) - 1,31154V^{2,45547}; \quad (5)$$

$$CaO = 0,033524V^{1,86855} \exp(-0,090257V). \quad (6)$$

**Таблица 1**

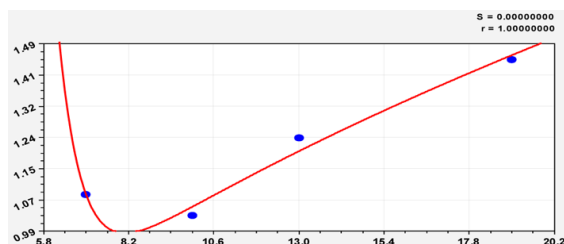
Показатели сосняков разного возраста и лесной почвы по пяти типам леса

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

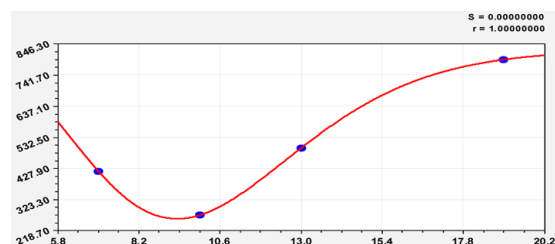
Таблица 2

## Влияние древостоев на почву

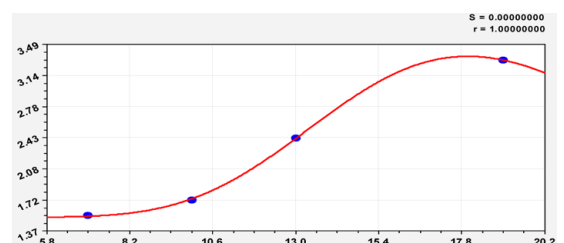
| A,<br>лет      | Коэффициент корреляции по веществам |        |        |                               |                  |        |        | I <sub>x</sub> |
|----------------|-------------------------------------|--------|--------|-------------------------------|------------------|--------|--------|----------------|
|                | прок.                               | элек.  | N      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO    | Σ      |                |
| 10             | 1,0000                              | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000                        | 1,0000           | 0,9998 | 5,9998 | 1              |
| 20             | 1,0000                              | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000                        | 0,9710           | 0,9995 | 5,9705 | 2              |
| 30             | 1,0000                              | 1,0000 | 0,9971 | 0,9159                        | 0,9331           | 0,9876 | 5,8337 | 6              |
| 40             | 1,0000                              | 0,9999 | 0,9965 | 0,9138                        | 0,9367           | 0,9887 | 5,8356 | 5              |
| 50             | 1,0000                              | 0,9923 | 1,0000 | 0,9191                        | 0,9431           | 0,9930 | 5,8475 | 3              |
| 60             | 1,0000                              | 0,9825 | 0,9989 | 0,9152                        | 0,9476           | 0,9961 | 5,8403 | 4              |
| 70             | 1,0000                              | 0,9762 | 0,9974 | 0,9110                        | 0,9509           | 0,9979 | 5,8334 | 7              |
| 80             | 1,0000                              | 0,9715 | 0,9963 | 0,9082                        | 0,9513           | 0,9986 | 5,8259 | 8              |
| 90             | 1,0000                              | 0,9689 | 0,9959 | 0,9072                        | 0,9508           | 0,9988 | 5,8216 | 9              |
| 100            | 1,0000                              | 0,9660 | 0,9953 | 0,9061                        | 0,9490           | 0,9989 | 5,8153 | 10             |
| 110            | 1,0000                              | 0,9629 | 0,9949 | 0,9056                        | 0,9460           | 0,9988 | 5,8082 | 11             |
| 120            | 1,0000                              | 0,9598 | 0,9945 | 0,9047                        | 0,9433           | 0,9987 | 5,8010 | 12             |
| Σ              | 12                                  | 11,780 | 11,967 | 11,107                        | 11,423           | 11,957 | 70,233 | —              |
| I <sub>x</sub> | 1                                   | 4      | 3      | 6                             | 5                | 2      | —      | 0,975          |



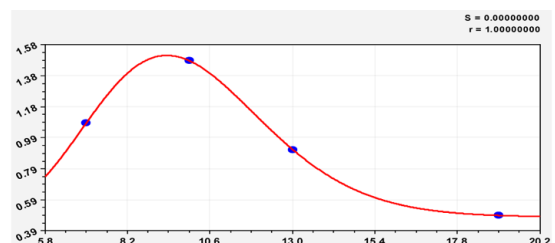
Потери от прокаливания



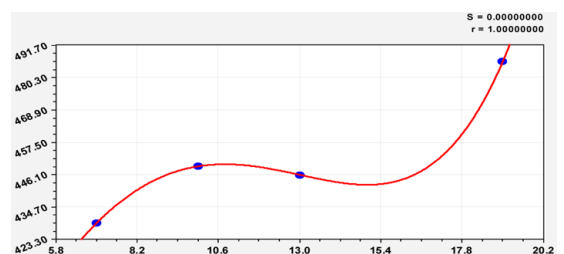
Содержание электролитов



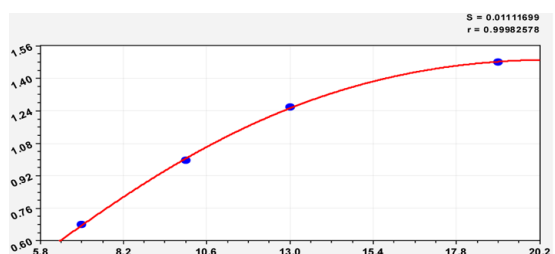
Концентрация азота, кг/га



Концентрация фосфора, кг/га



Концентрация калия, кг/га



Концентрация кальция, кг/га

Рис. 1. Влияние запаса стволовой древесины на содержание веществ в почве в сосняках 10-летнего возраста

Задаваясь требуемым к 10-летнему возрасту плантационного сосняка объемом стволовой древесины, по формулам можно вычислить потребное количество видов удобрения.

Например, при условии  $V=0$ , то есть за 10 лет на земельном участке нет молодняка древостоя, получаем следующие предельные значения: Прок = 1007; Элек = 826;  $N = 1,53$  кг/га;  $P_2 O_5 = 0,48$  кг/га;  $K_2 O = 263,4$  и  $CaO = 0$  кг/га.

По графикам прокаливания, электролитов и фосфора на рис. 1 заметно, что запас древостоя четко разделяется на две интервала:

а) от нуля до  $V_1 = 8,2 - 9,4$ ;

б)  $V > 9,4$  м<sup>3</sup>/га.

По рейтингу веществ (см. табл. 2) рассмотрим динамику первого параметра моделей.

**Потери при прокаливании.** Общее уравнение изменение показателя (табл. 3):

$$\text{Прок} = a_1 \exp(a_2 V) + a_3 V^{a_4} \exp(-a_5 V). \quad (7)$$

При условии  $V = 0$ , то есть на лесном пустыре (поляне, прогалине), будет уравнение

$$a_1 = 2,35545 \cdot 10^6 \exp(-0,77571 A). \quad (8)$$

График потерь при прокаливании и других показателей почвы по первому параметру модели (7) приведен на рис. 2. Повидимому, поляны и прогалины возникают из-за несоответствия потребностей деревьев в питании биохимическому потенциалу лесной почвы.

**Оксид кальция.** Влияние (табл. 4) запаса на кальций имеет вид уравнения

$$CaO = a_1 \exp(a_2 V^{a_3}) + a_4 V^{a_5} \exp(-a_6 V). \quad (9)$$

Первый параметр модели (9) определяется (рис. 2) уравнением

$$a_1 = 1,08878 \cdot 10^{-5} A^{5,48437} \exp(-1,61185 A^{0,49301}) - 16,96656 \exp(-0,14555 A) \cos(\pi A / 95,39048 + 1,23592). \quad (10)$$

Таблица 3

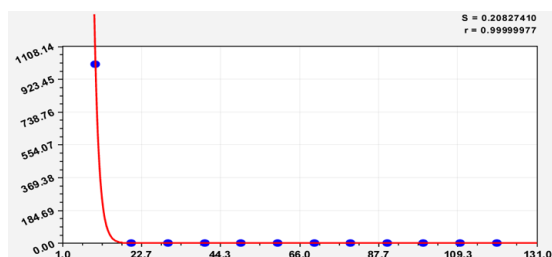
Влияние запаса на прокаливание

| A   | $a_1$      | $a_2$     | $a_3$       | $a_4$    | $a_5$     |
|-----|------------|-----------|-------------|----------|-----------|
| 10  | 1007,4     | -1,53943  | 0,32338     | 0,51187  | 0         |
| 20  | 0,42871    | 0,017280  | 0,032032    | 1,73004  | 0,12036   |
| 30  | 7,47103e-6 | 0,081766  | 0,14632     | 0,66469  | 0,011816  |
| 40  | 9,50967e-6 | 0,053776  | 0,090806    | 0,71589  | 0,0081435 |
| 50  | 0,0071820  | 0,017542  | 0,017994    | 1,11109  | 0,010597  |
| 60  | 0,060227   | 0,0087352 | 0,0016821   | 1,65960  | 0,013833  |
| 70  | 0,15397    | 0,0053746 | 3,71936e-5  | 2,51026  | 0,017900  |
| 80  | 0,22521    | 0,0040066 | 1,83049e-7  | 3,66378  | 0,022153  |
| 90  | 0,25382    | 0,0034545 | 8,92273e-10 | 4,77635  | 0,025124  |
| 100 | 0,28510    | 0,0030267 | 1,30983e-12 | 6,13469  | 0,028953  |
| 110 | 0,31091    | 0,0027471 | 5,56959e-17 | 8,23863  | 0,035238  |
| 120 | 0,33660    | 0,0025401 | 4,41865e-23 | 11,17978 | 0,044300  |

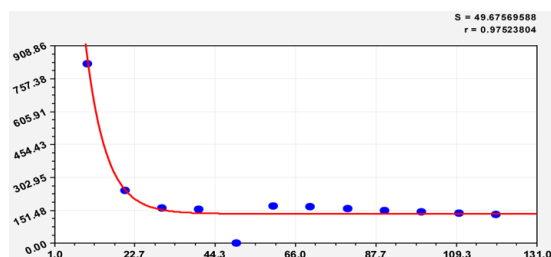
Таблица 4

Влияние запаса на оксид кальция

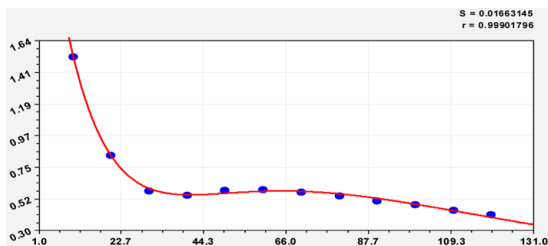
| A   | $a_1$    | $a_2$    | $a_3$   | $a_4$   | $a_5$  | $a_6$   |
|-----|----------|----------|---------|---------|--------|---------|
| 10  | 0        | 0        | 1       | 0,03352 | 1,8686 | 0,09026 |
| 20  | 0,42305  | 0,032125 | 0,86189 | 0       | 0      | 0       |
| 30  | 0,37076  | 0,045181 | 0,68403 | 0       | 0      | 0       |
| 40  | 0,38137  | 0,022072 | 0,76395 | 0       | 0      | 0       |
| 50  | 0,35096  | 0,022697 | 0,73218 | 0       | 0      | 0       |
| 60  | 0,31575  | 0,029005 | 0,67775 | 0       | 0      | 0       |
| 70  | 0,29547  | 0,029666 | 0,66343 | 0       | 0      | 0       |
| 80  | 0,26256  | 0,037555 | 0,62368 | 0       | 0      | 0       |
| 90  | 0,22348  | 0,052563 | 0,57540 | 0       | 0      | 0       |
| 100 | 0,17970  | 0,084681 | 0,51090 | 0       | 0      | 0       |
| 110 | 0,13362  | 0,14045  | 0,44824 | 0       | 0      | 0       |
| 120 | 0,077791 | 0,29383  | 0,36230 | 0       | 0      | 0       |



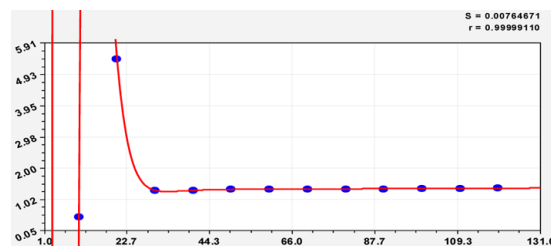
Потери от прокаливания



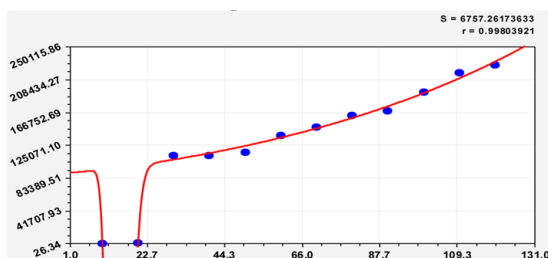
Содержание электролитов



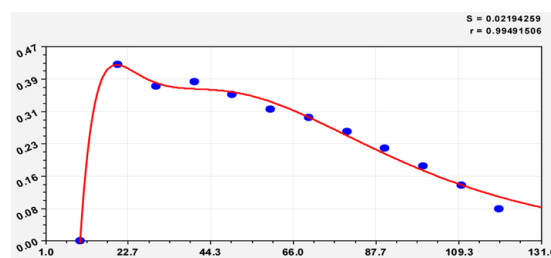
Концентрация азота, кг/га



Концентрация фосфора, кг/га



Концентрация калия, кг/га



Концентрация кальция, кг/га

Рис. 2. Динамика содержания веществ в почве в сосняках при условии  $V = 0$ 

Таблица 5

Влияние запаса на общий азот

| A   | $a_1$   | $a_2$     | $a_3$      | $a_4$   | $a_5$    |
|-----|---------|-----------|------------|---------|----------|
| 10  | 1,52630 | 0         | - 15,13886 | 0,84254 | 1,52630  |
| 20  | 0,83184 | 0,029324  | 3,56019e-7 | 4,49946 | 0,044606 |
| 30  | 0,57776 | 0,028758  | 6,86019e-7 | 3,55406 | 0        |
| 40  | 0,54989 | 0,019315  | 1,32717e-7 | 3,58615 | 0        |
| 50  | 0,58533 | 0,012893  | 1,48010e-7 | 3,30636 | 0        |
| 60  | 0,58607 | 0,0099440 | 9,81391e-8 | 3,22191 | 0        |
| 70  | 0,57201 | 0,0082800 | 5,56015e-8 | 3,20993 | 0        |
| 80  | 0,54524 | 0,0073218 | 2,76405e-8 | 3,24967 | 0        |
| 90  | 0,50768 | 0,0068236 | 1,18672e-8 | 3,33720 | 0        |
| 100 | 0,48200 | 0,0064435 | 6,13146e-9 | 3,40303 | 0        |
| 110 | 0,44483 | 0,0062804 | 2,56078e-9 | 3,51435 | 0        |
| 120 | 0,41150 | 0,0062107 | 1,12143e-9 | 3,62501 | 0        |

Таблица 6

Влияние запаса на электролиты почвы

| A   | $a_1$    | $a_2$     | $a_3$       | $a_4$    | $a_5$   |
|-----|----------|-----------|-------------|----------|---------|
| 10  | 826,2367 | 0         | 0,011012    | 8,80247  | 0,94402 |
| 20  | 243,5524 | 0,019249  | 1,79995e-21 | 18,26426 | 0,35410 |
| 30  | 163,3841 | 0,029289  | 0,00051099  | 3,37779  | 0       |
| 40  | 156,1427 | 0,019736  | 0,00010244  | 3,42005  | 0       |
| 50  | 0,016992 | 0,013080  | 0,00019173  | 3,05665  | 0       |
| 60  | 171,1348 | 0,010043  | 0,00017950  | 2,92115  | 0       |
| 70  | 167,5261 | 0,0083685 | 0,00012087  | 2,89040  | 0       |
| 80  | 160,6821 | 0,0073945 | 7,13760e-5  | 2,90970  | 0       |
| 90  | 151,5230 | 0,0068626 | 3,76850e-5  | 2,96871  | 0       |
| 100 | 146,1133 | 0,0064322 | 2,57400e-5  | 2,99231  | 0       |
| 110 | 138,6126 | 0,0061826 | 1,68870e-5  | 3,03127  | 0       |
| 120 | 132,4365 | 0,0060160 | 1,25430e-5  | 3,05644  | 0       |

Волновое колебание сильное в период до 50 лет и максимальное при условии  $A = 0$ . Для лесной поляны или прогалины оксид кальция становится хорошим индикатором.

**Общий азот.** Общее уравнение (табл. 5) изменяется по формуле

$$N = a_1 \exp(a_2 V) - a_3 V^{a_4} \exp(-a_5 V). \quad (11)$$

В отличие от формул (7) и (9) вторая составляющая становится кризисной.

Первый параметр формулы (11) определяется (рис. 2) закономерностью

$$a_1 = 3,45592 \exp(-0,016563 A) - 0,27302 A^{0,91258} \exp(-0,046530 A). \quad (12)$$

Сосняки обедняют азот почвы, поэтому до 40 лет им нужны азотные удобрения.

**Содержание электролитов.** Общее уравнение (табл. 6) аналогично азоту

$$\text{Элек} = a_1 \exp(a_2 V) - a_3 V^{a_4} \exp(-a_5 V). \quad (13)$$

При этом первый параметр формулы (13) определяется (рис. 2) выражением

$$a_1 = 4350,123 \exp(-0,18418 A) + 136,4852. \quad (14)$$

Таким образом, чтобы было возобновление на пустом от древостой земельном участке почва должна содержать не менее  $4350 + 136 = 4486$  электролита. Молодняк до 30 лет быстро использует электролит почвы, а затем сосновый древостой поддерживает на уровне 136,5.

**Оксид калия.** Влияние запаса на калий (табл. 7) проявляется по уравнению

$$K_2O = a_1 \exp(a_2 V) - a_3 V^{a_4}. \quad (15)$$

По сравнению с азотом и электролитом в кризисной части (15) нет торможения.

$$a_1 = 1,32224 \exp(0,00032021 A) -$$

$$-467,2621 \exp(-0,22293 A) \cos(\pi A / (0,38313 + 0,13315 A) - 4,20168). \quad (18)$$

Таблица 7

Влияние запаса на оксид калия

| A   | $a_1$    | $a_2$      | $a_3$    | $a_4$      |
|-----|----------|------------|----------|------------|
| 10  | 263,4178 | 0,11396    | 1,31154  | 2,45547    |
| 20  | 1171,119 | 0,0023890  | 0,057748 | 0,10588    |
| 30  | 112557,5 | 1,33523e-5 | 111821,1 | 0,00085977 |
| 40  | 112594,8 | 9,60619e-6 | 111783,4 | 0,00094541 |
| 50  | 116491,3 | 8,47249e-6 | 115523,5 | 0,0011738  |
| 60  | 137952,9 | 6,81263e-6 | 136835,2 | 0,0012026  |
| 70  | 148657,2 | 6,08888e-6 | 147393,1 | 0,0012970  |
| 80  | 163193,6 | 5,50904e-6 | 161764,7 | 0,0013673  |
| 90  | 169086,6 | 5,35505e-6 | 167493,0 | 0,0014973  |
| 100 | 192983,5 | 4,74826e-6 | 191240,8 | 0,0014514  |
| 110 | 217720,7 | 4,43259e-6 | 215778,3 | 0,0014586  |
| 120 | 227402,1 | 4,52253e-6 | 225255,1 | 0,0015682  |

Первый параметр уравнения (15) изменяется (рис. 2) по двухчленной формуле

$$a_1 = 90330,27 \exp(0,0026164 A^{1,22966}) - 5,53559 \times 10^{-24} A^{39,54708} \exp(-2,40026 A^{1,03566}). \quad (16)$$

Сосняк требует калия по закону экспоненциального роста, но в интервале 7–24 лет наблюдается кризисное снижение потребления. По-видимому, здесь должен быть какой-то биохимический эффект кризисной адаптации стрессовым возбуждением растущих сосен.

**Оксид фосфора.** Общее уравнение (табл. 8) имеет спад первого члена формулы

$$P_2 O_5 = a_1 \exp(-a_2 V) - a_3 V^{a_4} \exp(-a_5 V). \quad (17)$$

Первый параметр уравнения (17) изменяется (рис. 2) по формуле с волной:

Сильная флюктуация наблюдается в возрасте сосняка от 0 до 30 лет.

**Качество гумуса.** Качество гумуса почвы (табл. 9) определяет добротность места произрастания: «Приведенные цифры с несомненностью доказывают, что в более или менее однородной климатической области определенные качества почвы (их средние значения) изменяются па-

раллельно добротности мест произрастания» [5, с. 38].

Суждение «изменяются параллельно» получено созерцательно (интуитивно) по данным Aaltonen, который арифметически усреднил данные измерений по 800 пробам гумуса.

Уравнение (рис. 3)  $pH$  имеет вид трехчленной закономерности с биотехническим законом:

$$pH = 3,26041 \exp(-0,11112R) + 0,85022R^{1,44662} \exp(-0,20176R) - 0,028974R^{4,48582} \exp(-1,11614R) \cos(\pi R / (1,06648 + 0,033997R) - 3,29050). \quad (19)$$

Содержание общего азота характеризуется (рис. 3) уравнением вида

$$N = 1,43717 \exp(0,0087093R^{2,42134}). \quad (20)$$

Аналогичную конструкцию экспоненциального закона роста получили уравнения:  
– связанный азот сразу же после взятия пробы почвы

$$NH_4 = 0,029902 \exp(0,13316R) + 0,10045R^{1,02144} \exp(-0,043114R); \quad (21)$$

– связанный азот через два месяца после естественной сушки пробы почвы

$$NH_4 = 0,73843 \exp(0,093965R^{1,64643}). \quad (22)$$

**Таблица 8**

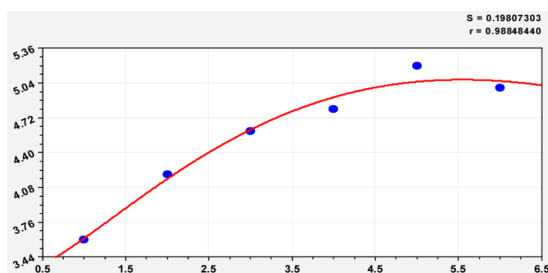
Влияние запаса на оксид фосфора

| A   | $a_1$   | $a_2$      | $a_3$        | $a_4$    | $a_5$   |
|-----|---------|------------|--------------|----------|---------|
| 10  | 0,48038 | 0          | - 2,33144e-8 | 14,25925 | 0,15264 |
| 20  | 5,41295 | 0,43454    | - 1,08328e-5 | 4,53638  | 0,12124 |
| 30  | 1,30667 | 0,00069233 | 4,91714e-27  | 12,23788 | 0       |
| 40  | 1,31017 | 0,00042582 | 3,00202e-26  | 10,98975 | 0       |
| 50  | 1,34635 | 2,88420e-5 | 3,06784e-26  | 10,40353 | 0       |
| 60  | 1,34776 | 3,87010e-5 | 2,13898e-22  | 8,51514  | 0       |
| 70  | 1,34709 | 3,02096e-5 | 5,06869e-21  | 7,75774  | 0       |
| 80  | 1,34926 | 3,61432e-5 | 1,25667e-20  | 7,45345  | 0       |
| 90  | 1,35528 | 5,03340e-5 | 1,45539e-20  | 7,32331  | 0       |
| 100 | 1,36125 | 6,79373e-5 | 1,34632e-20  | 7,25538  | 0       |
| 110 | 1,37174 | 9,54090e-5 | 1,80676e-20  | 7,15416  | 0       |
| 120 | 1,38309 | 0,00012184 | 5,30965e-20  | 6,95067  | 0       |

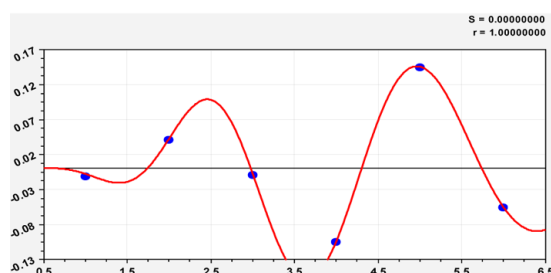
**Таблица 9**

Влияние типа леса на гумус

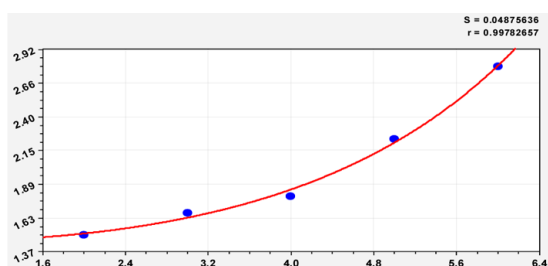
| Тип леса | Код R | Общий азот N, % | Связанный азот $NH_4$ , % |        | Кислотность $pH$ |
|----------|-------|-----------------|---------------------------|--------|------------------|
|          |       |                 | проба                     | 2 мес. |                  |
| ОМаТ     | 6     | 2,795           | 0,551                     | 4,425  | 5,0              |
| ОМТ      | 5     | 2,234           | 0,484                     | 2,868  | 5,2              |
| МТ       | 4     | 1,796           | 0,383                     | 1,819  | 4,8              |
| VT       | 3     | 1,666           | 0,335                     | 1,207  | 4,6              |
| СТ       | 2     | 1,495           | 0,220                     | 1,074  | 4,2              |
| СIT      | 1     | –               | –                         | –      | 3,6              |



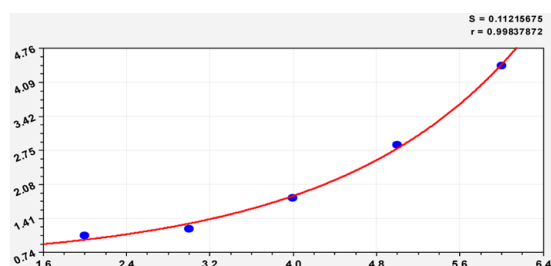
*Водородный показатель гумуса по тренду*



*Колебательное возмущение водной кислотности*



*Содержание общего азота в гумусе, %*



*Доля нитрата в сухом гумусе через 2 месяца, %*

*Рис. 3. Влияние кода типа леса на показатели качества гумуса лесной почвы*

## Заключение

Практически все лесные ландшафты на Земле стали природно-антропогенными комплексами [6, 9, 10]. При этом уровень антропогенности лесного ландшафта вполне можно измерять по резким изменениям в жизни популяций деревьев [2, 8, 10] и снижением качественных свойств их древесины [3, 4, 7]. Поэтому экологические и технологические цели обычно совпадают – это повышение качества.

Между почвой и древостоем наблюдаются явно нелинейные закономерности и колебательные адаптации друг к другу по параметрам. В любой схеме типизации лесов, как редуцировании природных процессов, волна взаимного влияния очень грубо затухает.

Моделирование данных J. Ivessalo из книги [5] дало высокоадекватные закономерности. Типы леса не являются устойчивыми факторами – это искусственное изобретение лесоводов для облегчения расчетов.

## Список литературы

1. Арзамасцев А.Д., Мазуркин П.М., Максимец Н.В. Факторный анализ сельскохозяйственного производства. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 388 с.

2. Верхунов П.М., Мазуркин П.М. О моделировании роста отдельных деревьев и древостоев в сосновых насаждениях // Известия инженерно-технологической академии Чувашской Республики: научный журнал. – Чебоксары: ИТА ЧР, 1998. – № 3 (№ 4, № 1, № 2). С. 277–283.

3. Винокурова Р.И., Мазуркин П.М., Тарасенко Е.В. Закономерности физико-химических параметров древесины растущего дерева. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 187 с.

4. Изменение плотности древесины по высоте дерева / П.М. Мазуркин, Р.И. Винокурова, Е.В. Тарасенко, В.Ю. Осипова // Лесной журнал. – 2000. – № 3. – С. 102–108.

5. 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.

6. Мазуркин П.М. Геоэкология: Закономерности современного естествознания: Научное изд. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 336 с.

7. Мазуркин П.М. Энергетика формирования ствола лесного дерева // Лесной вестник (научно-информационный журнал). М.: МГУЛ, 2000. – № 1(10). – С. 39–43.

8. Мазуркин П.М., Винокурова Р.И., Латыпова В.З. Волновая динамика свойств древесины растущих деревьев // Циклы природы и общества: материалы VI Международной конференции. Часть 2. – Ставрополь: Изд-во Ставроп. ун-та, 1998. – С. 171–174.

9. Мазуркин П.М., Колесникова А.А. Закономерности динамики лесного фонда по категориям земель и качеству древесных ресурсов // Математ. и физич. методы в экологии и мониторинге природной среды: тр. Междунар. конф. – М.: МГУЛ, 2001. – С. 263–269.

10. Сабанцев Ю.Н., Мазуркин П.М. Статистическое моделирование лесозакономерностей данных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 390 с.