

УДК 630\*0: 51-7: 630\*11

## КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ ПЛОЩАДИ ЛЕСА В ФИНЛЯНДИИ

П.М. Мазуркин

*Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, Россия*  
[kaf\\_po@mail.ru](mailto:kaf_po@mail.ru)

В мировой геостатистике леса России не имеют не только картографическое, но даже и параметрическое описание в ФАО ООН. В лесной науке России нет до сих пор *лесной статистики*, которая успешна в Финляндии.

В итоге лесное хозяйство нашей страны ныне действует больше по понятиям.

На основе «лесной математики» конца XIX века в Финляндии, после Великой Октябрьской социалистической революции отсоединившейся от советской России, успешно развились статистические методы анализа *ежегодных данных* лесоведения и лесоводства.

По циклам лесоустройства мы оказались наравне с лесным хозяйством Филиппин, где инвентаризация национальных лесов проводят только через каждые 15 лет. Поэтому для лесоведения России изучение опыта лесной статистики Финляндии является актуально запоздалым, но чрезвычайно необходимым на будущее мероприятие.

Ключевые слова: лесная статистика, ежегодные данные, итерационные прогнозы

## QUALITY CONTROL DYNAMICS OF FOREST AREA IN FINLAND

P.M. Mazurkin

*Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, Russia*

In the world geostatistics forests of Russia are not only not cartographic, but even the parametric description of the UN FAO. In forest science Russia still does not have forest statistics, which is successful in Finland.

As a result, forestry in our country is now operating more on concepts.

Based on the "forest of Mathematics" at the end of XIX century in Finland, after the Great October Socialist Revolution breakaway from the Soviet Russia, has successfully developed statistical methods for analysis of annual data, Forest Science and Forestry.

On a cycle of forest management, we were on a par with forestry Philippines, where the national forest inventory carried out only every 15 years. Therefore, to study the experi-

ence of Russia Forestry Forestry Statistics Finland is actually a belated but very necessary for future activity.

**Keywords:** forestry statistics, annual data, iterative predictions

**Предисловие.** В мировой геостатистике леса России не имеют не только картографическое, но даже и параметрическое описание (в ФАО ООН [1] с 1995 г.). В лесной науке нет до сих пор лесной статистики. В итоге лесное хозяйство страны ныне действует по понятиям.

На основе «лесной математики» конца XIX века в Финляндии, после Великой Октябрьской социалистической революции отсоединившейся от советской России, успешно развились статистические методы анализа ежегодных данных лесоведения и лесоводства.

По циклам лесоустройства мы оказались наравне с лесным хозяйством Филиппин, где инвентаризация национальных лесов проводят только через каждые 15 лет [1].

Поэтому для лесоведения России изучение опыта лесной статистики Финляндии является актуально запоздалым, но чрезвычайно необходимым на будущее мероприятие.

**Введение.** На сайте metla.fi мы быстро нашли подробные статистические данные [2, с.51] по изменению площади леса Финляндии за 1921-2007 годы.

Лесная статистика финнов давно стала богатой так называемыми табличными моделями, например в лесной программе [3], и всегда была видна честность ученых и

добротность статистических выборок. Они имеют высокую достоверность из-за ежегодных уточнений (актуализаций) истории эволюции каждого лесного выдела страны. Причем все принимаемые на далекое будущее меры опираются на временные ряды по множеству показателей леса и лесных деревьев. Это открывает для нас возможности проведения полного факторного анализа во всем пространственно-временном континууме жизнедеятельности лесных массивов Финляндии. Промежуток времени в 86 лет уже сравним с жизненным циклом лесных деревьев этой страны, а добротность временного ряда площади национальных лесов дает возможность высокоточной идентификации устойчивых законов.

Однако, даже у финнов, мы пока не нашли статистические модели динамики, в частности, по такому важнейшему ландшафтному территориальному показателю как площадь леса. Примеры биотехнических закономерностей, в том числе и по динамическим рядам таксационных параметров леса, приведены в наших книгах [4-7], причем подробно по лесному делу Финляндии среди 30 ведущих в лесном деле стран – в монографии [7]. Технология математического моделирования приведе-

на в учебном пособии для бакалавров и магистров [8].

**Цель статьи** – показать на примере [2, с.51] выявленные нами биотехнические закономерности динамики площади лесов Финляндии за 86 лет, а также волновую динамику колебательного возмущения финских специалистов лесоведения и работников лесного хозяйства в управлении лесами по параметру площади. По готовой модели в статье показана прогнозная динамика площади лесов при условии, что в Финляндии будет продолжена без корен-

ных изменений современная лесная политика вплоть до 2100 года.

Ранее по данным [1] был составлен портрет лесного дела страны [6] за 1961-2005 гг.

**Шкала времени.** За начало координат  $t = 0$  по оси абсцисс принимается 1921 г.

С учетом разных периодов лесной инвентаризации получаем два статистических ряда - по левой  $t_1$  и правой  $t_2$  границам шкалы времени (табл. 1) по площади леса  $S_1$  и  $S_2$ .

**Таблица 1**

**Динамика площади леса Финляндии**

Шифр	Период	Время $t$ , лет		Площадь, $10^3$ га	
		$t_1$	$t_2$	$S_1$	$S_2$
VMI 10 – NFI 10	2004–07	83	86	20150	20150
VMI 9 – NFI 9	1996–2003	75	82	20338	20338
VMI 8 – NFI 8	1986–94	65	73	20074	20074
VMI 7 – NFI 7	1977–84	56	63	20065	20065
VMI 6 – NFI 6	1971–76	50	55	19738	19738
VMI 5 – NFI 5	1964–70	43	49	18697	18697
VMI 3 – NFI 3	1951–53	30	32	17352	17352
VMI 2 – NFI 2	1936–38	15	17	19580	19580
VMI 1 – NFI 1	1921–24	0	3	20138	20138

Если бы данные были ежегодными (такие таблицы по Финляндии нам пока неизвестны), то с естественной цикличностью вращения Земли вокруг Солнца была бы одна шкала времени  $t$ . При этом удалось бы вывить влияние не только циклов солнечной активности, но и влияние лунных и других микроциклов.

**Лесные земли.** Все параметры лесов подвергаются идентификации биотехническим законом [4-8] одинаково. Покажем две готовые модели структурного типа  $S_1 = f(t_1)$  и  $S_2 = f(t_2)$ . По двум шкалам были получены две модели 86-летней динамики площади лесов Финляндии (рис. 1).

$$S_1 = 20223,37 \exp(3,08483 \cdot 10^{-5} t) - 3,64168 \cdot 10^{-5} t^{7,49898} \exp(-0,19715 t^{1,06256}); \quad (1)$$

$$S_2 = 20179,95 \exp(5,34623 \cdot 10^{-5} t) - 3,60103 \cdot 10^{-6} t^{7,97308} \exp(-0,16816 t^{1,08126}). \quad (2)$$

Коэффициенты корреляции соответственно равны 0,9929 и 0,9900. Для дальнейшего анализа примем формулу (2), за-

меняющую *табличную модель* из данных табл. 1.

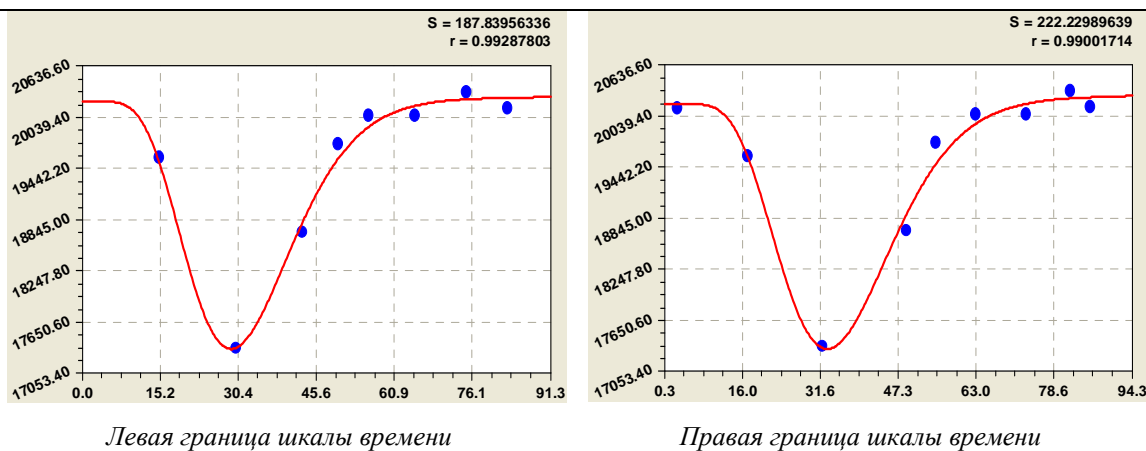


Рис. 1. Динамика площади лесов Финляндии за 1921-2007 гг.

(в правом верхнем углу показаны сумма квадратов отклонений и коэффициент корреляции формулы)

Первая составляющая является устойчивым законом экспоненциального роста. Причем этот основной тренд показывает относительно малый рост по сравнению с началом шкалы времени. А вторая составляющая, с отрицательным знаком перед собой, является дополнительным трендом

и показывает кризисное возбуждение национального лесного хозяйства с 1925 по 2007 гг. и далее за период в 110 лет вплоть до 2035 г.

Вместе графики покажут (рис. 2) возможный разброс данных по параметру леса.

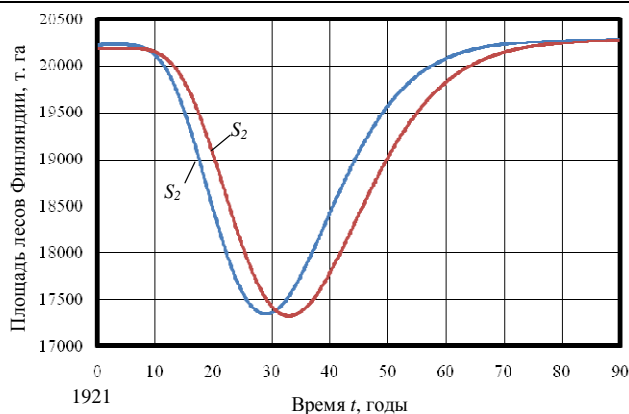


Рис. 2. Динамика площади леса по периодам таксации

Сравнение графиков показывает, что, начиная с 2000 г., обе шкалы начинают совпадать. Поэтому можно сделать вывод о том, что с годами улучшалась инвентаризация национальных лесов. При этом страна преодолела территориальный кризис леса.

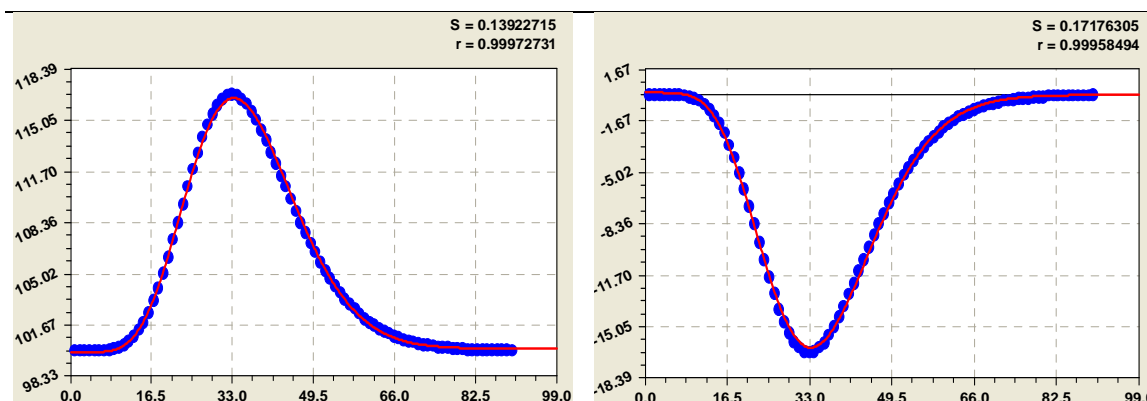
Из рис. 1 видно, что точки недалеко отстоят от графиков, что указывает на осознанную приспособляемость специалистов и населения к динамике площади лесов.

Россия резко отличается в лесном деле [7] от графиков на рис. 2.

**Значимость кризиса.** Доля каждой составляющей общего тренда (2) показывает значимость относительно расчетных значений площади леса. Выражения  $\alpha_1 = 100S_1 / S$  и  $\alpha_2 = 100S_2 / S$  дают из данных табл. 1 динамику показателей значимости (рис. 3):

$$\alpha_1 = 99,8883 \exp(2,79112 \cdot 10^{-5} t) + 1,80118 \cdot 10^{-7} t^{6,57849} \exp(-0,035133t^{1,39840}); \quad (3)$$

$$\alpha_2 = 0,16186 \exp(-0,038453t) - 2,47049 \cdot 10^{-7} t^{6,47619} \exp(-0,035997t^{1,38907}). \quad (4)$$



Первая составляющая (2)

Кризисная составляющая модели (2)

Рис. 3. Динамика коэффициентов значимости составляющих модели (2) площади лесов

Финляндии

По конструкции модели (3) и (4) аналогичны тренду (2). Здесь обе формулы были идентифицированы по расчетным значениям, полученным по формуле (2) в программной среде Excel. Остатки после формул (3) и (4) приведены на рис. 4, из которых видно, что существует дополнительно к модели тренда (2) волновая функция. Иначе говоря, существует не только вполне осознаваемый финнами кризис, но и стихийное колебательное возмущение

самых финских лесов по параметру площади.

Поэтому, третью составляющую в виде волны возмущения можно отнести, по видимому, к поведению леса. В связи с этим графики на рис. 4 показывают наличие так называемых асимметричных вейвлет-сигналов, которые лесным работникам обязательно нужно научиться расшифровывать. Эти сигналы поступают от лесной среды к людям.

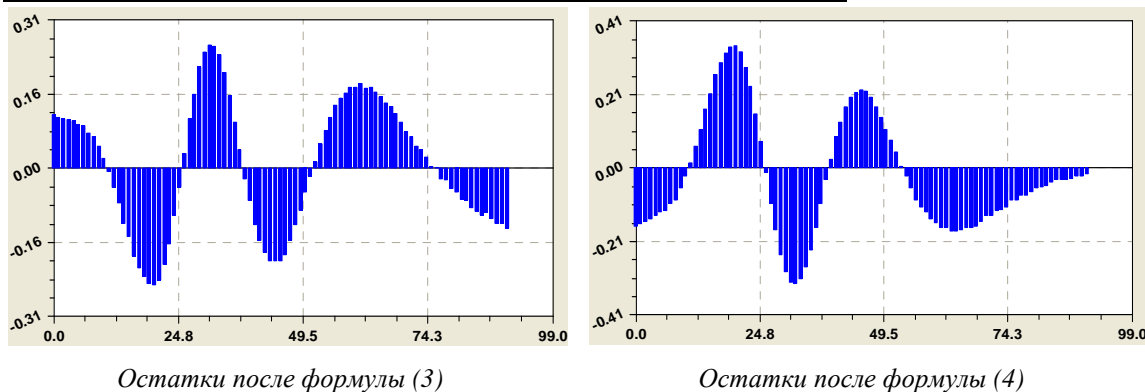


Рис. 4. Динамика остатков от моделей коэффициентов значимости составляющих модели (2)

Очевидно, что сумма коэффициентов значимости у двух составляющих трендовой модели (2) равна 100%, то есть  $\alpha_1 + \alpha_2 = 100$ . Однако формулы (3) и (4) были получены каждая сама по себе. Этот факт в полной мере доказывает высокое качество симбиотического поведения финнов совместно со своими лесами. Финское население, как показывают все формулы выявленных нами биотехнических закономерностей, ведет себя естественным образом, экологически ответственно и экономически приемлемо живя в собственных лесах.

В среднем лесной фермер владеет земельными участками в 35 га, из которых треть занята лесными участками, еще треть – лугами, пастбищами и болотами. И только третья часть земель занята под сельхозугодиями [9]. В итоге органично достигнут симбиоз в землепользовании между лесным и сельским хозяйствами. При этом площадь растительного покрова превышает золотую пропорцию 0,618 как по распределению участков земель [9, 10],

так и в распределении деревьев на лесном земельном участке [13-15].

Отношение россиян к собственным лесам подробно пояснено в монографиях [4, 7, 9]. Каждый пользователь лесом сам по себе [9, 11, 12] и под видом государственных лесов поставлен железный занавес к симбиозу и адаптации леса с другими категориями земельного кадастра. Ныне агентство лесного хозяйства передано в структуру Минсельхоза России. Но пройдет немало ротаций чиновников и ученых от леса, пока по опыту Финляндии наладятся симбиотические отношения к территории. Лесоведение и лесоводство оторвались от бытия.

**Приспособляемость персонала.** Таким образом, Финляндия является ярким примером высококачественной природно-деятельностной системы.

Осознанная профессиональная деятельность лесной отрасли Финляндии известна на весь мир. Для выявления закономерностей поведения персонала, в данном примере финского общества, нужно вначале принять, что первая составляющая форму-

лы (2) характеризует естественный процесс или основную тенденцию, а вторая и последующие составляющие в основном зависят от деятельности людей. В связи с этим в многочленной формуле вторая и последующие составляющие общей модели характеризуют антропогенное или, что точнее, природно-антропогенное воздействие. Второй вид воздействия четко характерен для лесного хозяйства Финляндии

(для России характерно только антропогенное воздействие). По экологической сути, это и есть фактическое проявление симбиоза людей и лесных деревьев.

Коэффициент приспособляемости  $k$ , для формулы (2) вычисляемый как отношение  $k_2 / k_1$ , после структурно-параметрической идентификации [8] получил (рис. 5) формулу

$$k = 0,0040897 \exp(-0,0065310t) - 1,52343 \cdot 10^{-8} t^{6,00609} \exp(-0,069697t^{1,21925}) \quad (5)$$

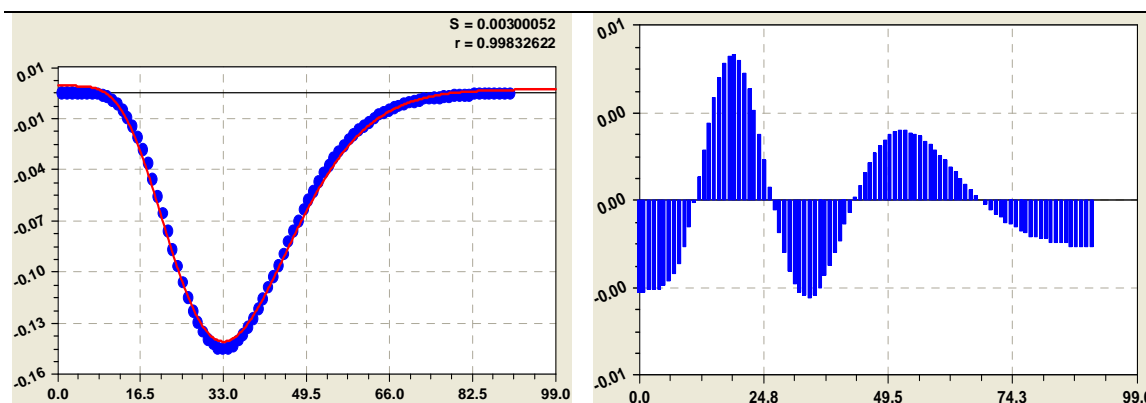


График коэффициента приспособляемости (5)

Динамика остатков после модели (5)

Рис. 5. Динамика приспособляемости населения и лесного хозяйства Финляндии к территории лесов

Чем больше значение  $k$  по модулю, тем напряженнее становится деятельность данной популяции людей по пользованию национальными природными богатствами.

Отрицательный знак показывает кризисный процесс. Кризисный цикл в 110 лет прекратится в Финляндии к 2035 году.

Волновое возмущение малое и оно спадает со временем. Площадь лесов в динамике можно было показать с высокой адекватностью только по тренду (2). Хотя значимость колебательного возмущения и

мала, однако с методической точки зрения имеет научный и практический смысл дат анализ и волновому поведению. Колебание может повлиять на будущее.

**Волновое возмущение.** Для анализа волновой динамики примем тренд (2)  $S = S_2$  и по его остаткам получена асимметричная вейвлет-функция [6, 7] (рис. 6а), а после совместной параметрической идентификации получили трехчленную модель динамики:

$$S = S_1 - S_2 - S_3, \quad (6)$$

$$S_1 = 20198,054, \quad S_2 = 1,90352 \cdot 10^{-6} t^{8,19420} \exp(-0,15924t^{1,10266}), \quad S_3 = A \cos(\pi / p - 1,38781),$$

$$A = 8,65852 \cdot 10^{-13} t^{10,77139} \exp(-0,13253t^{1,06568}), \quad p = 11,56241 - 0,21116t^{0,32671}$$

где  $S$  - площадь лесов Финляндии за 86 лет в динамике за период 1921-2007 гг., т. га;

$S_1$  - стабильная часть площади лесов за период лесных измерений, т. га;

$S_2$  - кризисная за 1925-2035 гг. продолжительностью в 110 лет часть лесов, т. га;

$S_3$  - колебательное возмущение лесов по площади - отклик на поведение людей, т. га;

$A$  - половина амплитуды волнового возмущения леса как живого существа, т. га;

$p$  - половина переменного периода колебательного возмущения леса по площади, лет.

Период колебания в 1921 г. был равен  $2 \times 11,56241 \approx 23,1$  года или примерно ра-

вен двум циклам солнечной активности по эффекту Чижевского [4-7]. За 86 лет финны привели к учащению частоты возмущения своих лесов, и эта частота в 2007 была равной  $1 / (2 \times 10,66) = 0,0469$  год<sup>-1</sup> и к 2100 году полупериод возмущения лесов снизится до 10,41 лет, то есть всего на  $100 \times (11,56 - 10,41) / 11,56 = 9,95\%$ .

Леса Финляндии по площади и в XXI веке будут колебаться в пределах удвоенного цикла солнечной активности до 2035 г. Это означает, что вмешательство финнов в жизнь своих лесов является экологически ответственным, и они экономическую приемлемость лесопользования достигают за счет импорта кругляка [7].

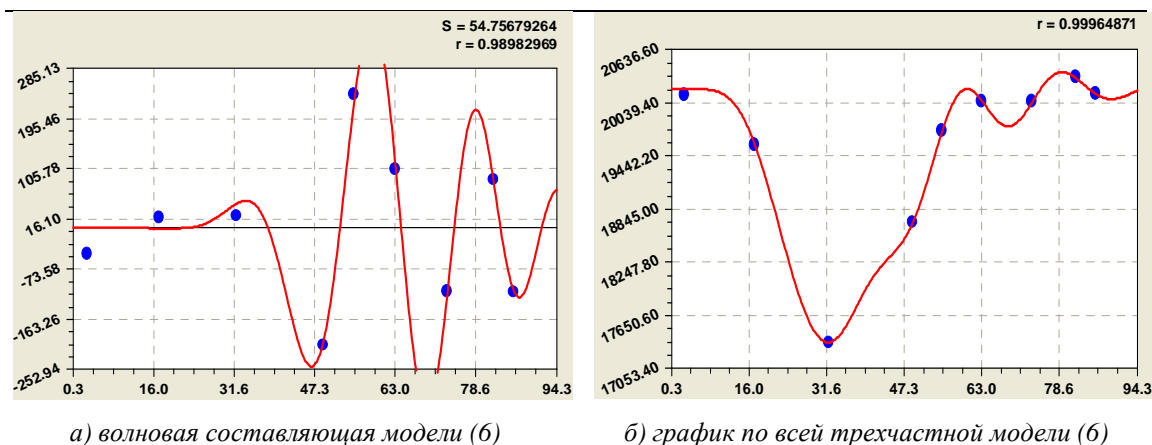


Рис. 6. Динамика площади лесов Финляндии за период 1921-2007 гг.

В дальнейшем можно провести факторный анализ для выявления комплекса био-

технических закономерностей динамики лесов по таким параметрам как геостати-





кругляка. Поэтому нынешние лесоводы нашей страны – это результат от экспериментальных попыток формирования искусственных лесных насаждений и реанимации лесной среды после проведения сплошных рубок деревьев механизированными и механизированными технологиями заготовки кругляка.

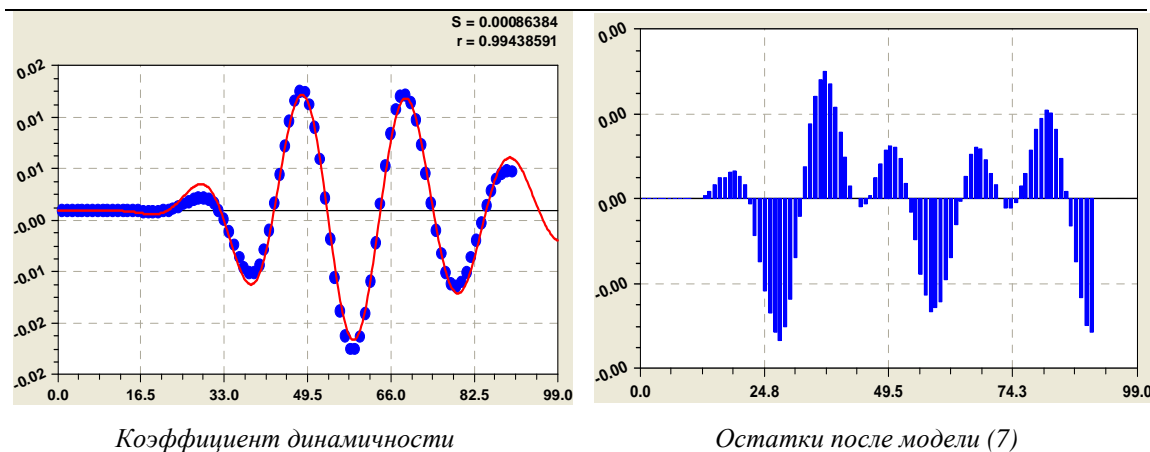
В итоге «классическое русское лесоводство» по сути оказалось под эгидой доктрины покорения природы в духе классического антропоцентризма и нынешние попытки перевести понятия советской лесной политики в русло рекреационного лесопользования возбуждают в лесах России

[7, 9] еще более динамичные стохастические возмущения. Коэффициент динамичности за 1961-2005 гг. у нас из-за полной неосознанности государственными работниками в лесной политике собственной страны в несколько раз превышает норму [7].

Коэффициент динамичности  $K_d$  определяется как отношение суммы волновых составляющих модели к совокупности частей тренда, то есть не волновых составляющих модели (6), то есть по выражению  $K_d = S_3 / (S_1 - S_2)$ . После идентификации получена модель (рис. 8) коэффициента динамичности леса

$$K_d = A \cos(\pi / p - 1,66671), \quad (7)$$

$$A = 3,32793 \cdot 10^{-12} t^{7,26959} \exp(-0,10811t^{1,03192}), \quad p = 10,65031 - 0,00073133t^{1,09209}$$



Коэффициент динамичности  
финских лесов по (7)

Остатки после модели (7)

Рис. 8. Динамика коэффициента динамичности площади лесов Финляндии

Высокая адекватность модели (7) позволяет утверждать, что управлению лесами в Финляндии при ходит к стабилизации за счет всемерного снижения коэффициента динамичности по площади лесов (табл.

2). Из графика остатков на рис. 8 видно, что микроволны начинаются с 1933 года. Однако, для их идентификации нужны данные лесной статистики по лесным фермерским хозяйствам. Модели (6) и (7) вы-

сокоточные в пределах ошибки лесных измерений площади леса по всей Финляндии.

В данных табл. 2 приведены максимумы (спад площади леса) и минимумы (рост параметра) по графику на рис. 8. напомним,

что волновое возмущение в формуле (6) имеет пред собой отрицательный знак.

Поэтому глобальный минимум на рис. 8  $|K_{\delta \max \max}| = 0,01724$  показывает прирост леса.

Таблица 2

**Динамичность площади леса Финляндии**

Годы	Время $t$ , лет	Экстремумы $K_{\delta}$	
		роста	спада
Основание прогноза			
1930	9	-	0.00001
1940	19	0.00048	-
1949	28	-	0.00360
1959	38	0.00994	-
1969	48	-	0.01563
1980	59	<b>0.01724</b>	-
1990	69	-	0.01518
2000	79	0.01114	-
Упреждение прогноза			
2010	89	-	0.00709
2021	100	0.00416	-
2031	110	-	0.00223
...	...	...	...
2078	157	-	0.00001

Полуциклы коэффициента динамичности обладают замечательным свойством. Они в интервале времени 1990-2010 гг. почти совпадают с началами циклов солнечной активности. Финские лесоводы сумели активно использовать эффект Чижевского по самому сильному из измеренных астрономами 23-ему циклу солнечной активности 1999-2009 гг. По-видимому, совпадение не случайное, а вполне осознанное. Этому способствует отрытая на весь мир система лесной статистики и данные vsk\_08\_01 pdf.

**Прогнозная модель.** По формулам (6) и (7), а также данным табл. 2, цикл совре-

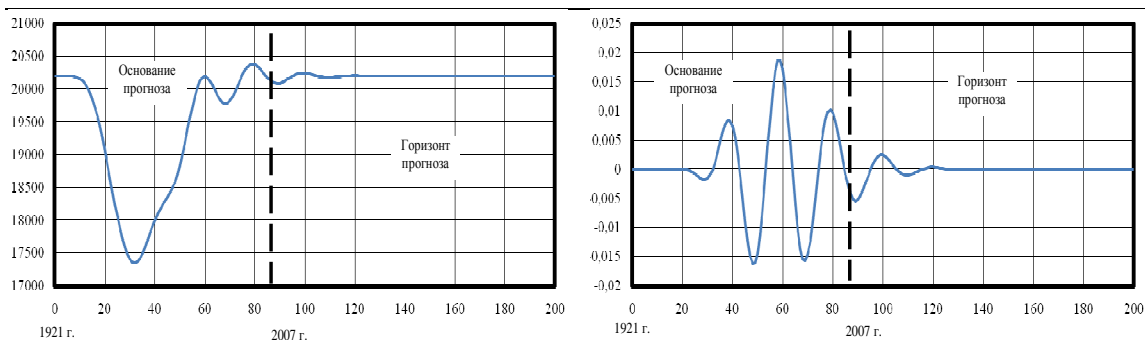
менной лесной политики Финляндии по параметру лесной площади завершится в 2078 году и продолжится 148 лет. Коэффициент динамичности чрезвычайно мал по отношению к допустимому условию  $K_{\delta} \leq 1$ . При этом максимальная значимость волновой составляющей в формуле (6) равна 1,84% для 1980 г. нулевая значимость достигается к 2055 г.

Поэтому для оценки макроэкономических показателей лесного сектора достаточно принять для составления прогнозной модели тренд формулы (6). По ней получается, что уровень площади леса 1921 г. Финляндия достигнет к 2020 году. В даль-

нейшем национальный лес может качественно улучшаться без роста площади. Но для анализа нужны динамические ряды по другим параметрам лесов.

**Прогнозирование площади леса Финляндии.** При высокой адекватности модели (6) с коэффициентом корреляции 0,9996 (см. рис. 6) вполне возможно принять го-

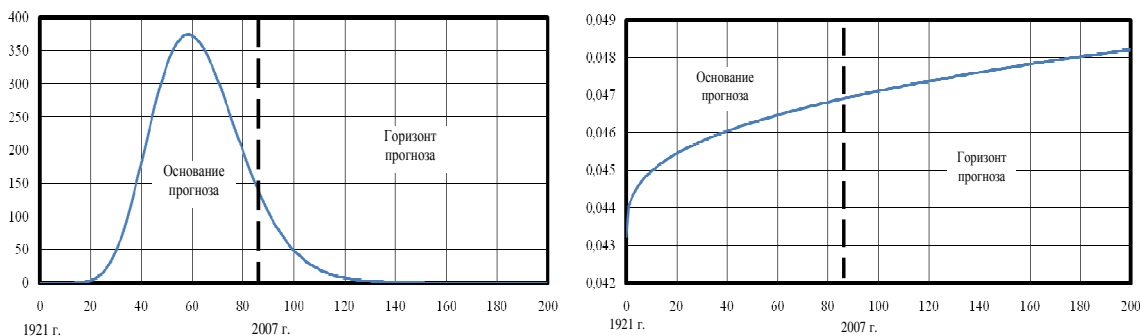
ризонт прогноза, равный длине основания прогноза. Основание равно 86 годам, поэтому при горизонте прогноза также в 86 лет получаем предел всего временного ряда в 192 года или на  $1921 + 192 = 2113$  год. Графики на рис. 9 и рис. 10 построены на 200 лет, то есть до 2121 года.



а) график по всей трехчастной модели (6)

б) коэффициент динамичности лесов  
по площади

Рис. 9. Прогнозная динамика площади лесов Финляндии



Амплитуда колебательного возмущения  
финских лесов

Частота волнового поведения лесов

Рис. 10. Прогнозная динамика амплитуды и частоты колебания у лесов Финляндии по площади

Возможны два варианта прогнозных моделей: во-первых, при прогнозировании до 2040 года принимается вся конструкция

модели (6); во-вторых, с 2040 г. можно принять только уравнение  $S = S_1 = 20198,054$  без второй и третьей составляющих.

**Выводы.** Можно вполне допустить, что и по другим параметрам лесов Финляндии выявятся статистические модели высокой адекватности по динамическим рядам, принятым из лесной статистики этой страны. По динамике площади лесов этой страны нами были сформулированы следующие основные выводы:

1) территориальный принцип четко выполняется и на то указывает выход из кризиса за 86 лет с 1921 по 2007 годы, причем относительно малая значимость кризисной трендовой и колебательной составляющих модели динамики по площади леса подтверждает высокое качество многолетнего управления лесами;

2) приспособляемость Финляндии к своим лесам очень высокая и, причем без высокого напряжения сил общества, и кризис по лесной площади был преодолен по закономерности аperiодического колебания;

3) малые по амплитуде волновые возмущения утихнут в ближайшем будущем, хотя сильные микроколебания возможны на уровне отдельных популяций лесных фермерских хозяйств; прогнозная модель показывает приближение площади национальных лесов к постоянному значению, а это указывает на высокое мастерство финских лесоводов, и их столетний опыт управления лесами распространится и на другие лесные страны, в том числе Россию;

4) для выявления полного предела роста по площади и другим параметрам лесов нужно проводить факторный анализ в еже-

годном режиме и по другим параметрам всех лесных выделов, а также выявить биотехнические закономерности динамики в геостатистических распределениях территории страны по категориям земельного кадастра.

*Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ*

### Список литературы

1. Food And Agriculture Organization Of The United Nation; The FAO Statistical Database; [www.fao.org](http://www.fao.org); [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org).

2. Metsätalustollinen vuosikirja 2008 / vsk 08\_01 pdf. – 82 p.

3. Эрвасти С. Лесоводство и лесная промышленность в Финляндии в 1970-2015 гг. / С. Эрвасти, Л. Хейкинхеймо, К. Куусела. – Пер. № 9887. – Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1982. – 106 с.

4. Мазуркин, П.М. Динамика рубок леса / П.М. Мазуркин, Э.Н. Бедертдинов, А.Н. Фадеев. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 218 с.

5. Мазуркин, П.М. Закономерности устойчивого развития / П.М. Мазуркин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 302 с.

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

7. Мазуркин П.М. Лесоаграрная Россия и мировая динамика лесопользования / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 334 с.

8. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учебное пособие / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.
9. Мазуркин, П.М. Лесная аренда и рациональное лесопользование: Научное издание / П.М. Мазуркин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 524 с.
10. Мазуркин, П.М. Метод анализа территориального экологического неравновесия / П.М. Мазуркин, С.И. Михайлова, А.Н. Автономов // Успехи современного естествознания. – 2008. - № 9. – С.81-85.
11. Мазуркин, П.М. Метод анализа многолетней динамики заготовки кругляка / П.М. Мазуркин, Э.Н. Бедертдинов // Успехи современного естествознания. – 2008. - № 11. – С.67-72.
12. Мазуркин, П.М. Биотехнические закономерности таксационных показателей пробных площадей / П.М. Мазуркин // Матер. междунар. конф. «Международное сотрудничество в лесном секторе: баланс образования, науки и производства». (3-5 июня 2009). – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – С. 84-87.
13. Мазуркин, П.М. Экологическое равновесие древостоя / П.М. Мазуркин, Е.А. Степкина. – М.: Изд-во «Академия естествознания», 2009. – 240 с.
14. Мазуркин, П.М. Биотехнический принцип в статистическом моделировании / П.М. Мазуркин // Успехи современного естествознания. – 2009. - № 9. – С.107-111.
15. Мазуркин, П.М. Оценка экологической устойчивости древостоя / П.М. Мазуркин, Н.С. Иванова // Лесное хозяйство. – 2009. - № 4. – С.21-22.