

УДК 338.244.42+338.12.017: 519.876

**АКТИВНОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СОВЕТСКОМ
СОЮЗЕ И ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТЬ ОТРАСЛЕЙ ЭКОНОМИКИ
К ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Мазуркин П.М.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

Мощная и масштабная технологическая перестройка в 20-х и 30-х годах прошлого века была обусловлена бурным развитием и ростом электроэнергетики. Цель статьи – показать закономерности распределения электроэнергии между отраслями хозяйства. Это позволит в будущем России избежать перекосов в энергетической политике и планах диверсификации всей технологической базы экономики.

Ключевые слова: электроэнергетика, нормализация, электроэнергия, закономерности потребления

**ACTIVITY OF POWER CONSUMPTION IN THE SOVIET UNION
AND ADAPTABILITY OF SECTORS OF THE ECONOMY TO INDUSTRY**

Mazurkin P.M.

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

Powerful and massive technological transformation in the 20's and 30's of last century was due to the rapid development and increasing power. Purpose of the article – to show patterns of distribution of power between the branches of the economy. This will allow Russia to avoid future imbalances in energy policy and plans for diversification of the whole technological base of the economy.

Keywords: electricity, normalization, electricity consumption patterns

Индустриализация СССР вывела страну на мировой уровень технологического развития, однако скороспелость модернизации привела к дегенерации сельского хозяйства, которое и поныне находится на задворках российской действительности. В итоге постиндустриальное общество в начале XXI века пытается развиваться на уровне раннего феодализма.

Мощная и масштабная технологическая перестройка в 20-х и 30-х годах прошлого века была обусловлена бурным развитием и ростом электроэнергетики. Цель статьи – показать **закономерности распределения** [2] всей выработанной электроэнергии между отраслями национального хозяйства. Это позволит в будущем России избежать перекосов в энергетической политике и планах диверсификации всей технологической базы экономики.

Нормализация энергопотребления по приспособляемости отраслей. В России нуж-

но **нормализовать производство и потребление.** Опыт фирмы Форда [5] поражает своей четкостью поведения, что неплохо бы перенять руководителям предприятий России.

Генри Форд добился **нормализации производства** автомобилей, прежде всего, за счет непрерывной и кропотливой работы персонала фирмы по оперативной и эффективной **приспособляемости** к потребителям и их возрастающим требованиям к качеству и надежности.

Этот опыт Г. Форда вполне возможно перенести и на технологическую приспособляемость отраслей хозяйства к электроэнергетике. Теоретически отдельные составляющие биотехнической функции [2-4], полученные по комплексу статистических выборок [1], указывают на приспособляемость отраслей по второй и последующим составляющим закономерностей относительно первой (основной трендовой) составляющей по волновой формуле

$$y = \sum_{i=1}^m y_i, \quad y_i = a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}}) \cos(\pi x / (a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}) - a_{8i}), \quad (1)$$

где y – показатель; i – номер составляющей общей модели, включающей детерминистские тренды и волновые закономерности; y_i – частное значение показателя в виде отдельной составляющей; x – влияющий фактор как переменная физическая величина; π – число «пи» с 18 знаками после запятой; \cos – тригонометрическое выражение косинуса, $a_{1i} x^{a_{2i}} \exp(-a_{3i} x^{a_{4i}})$ – половина амплитуды колебательного возмущения зна-

чений изучаемого показателя; $a_{5i} + a_{6i} x^{a_{7i}}$ – половина периода колебательного возмущения показателя; a_{8i} – сдвиг начала волны колебательного возмущения относительно начала координат при условии $x = 0$, рад, $a_{1...a_8}$ – параметры модели (1), определяемые в программной среде CurveExpert-1.38 или CurveExpert-1.40 [2-4] (можно скачать из Интернет набирая слово CurveExpert в Google).

Детерминированная формула (тренд) как первые две составляющие (1) имеет вид

$$y = y_1 + y_2 = a_1 t^{a_2} \exp(-a_3 t^{a_4}) + a_5 t^{a_6} \exp(-a_7 t^{a_8}), \quad (2)$$

в которой в многих примерах $a_1 = 0$ и тогда $y_1 = y_{t=0} \exp(\pm a_3 t^{a_4})$, поэтому она становится первыми двумя членами уравнения (1), количество членов которой может достигнуть нескольких десятков, например в [3] два тренда (2) и 89 волн типа закономерности (1).

Из теории колебаний две не волновые составляющие формулы (1) означают, что биотехнический закон имеет период колебания, в несколько раз больший периода измерений.

Активность поведения. Пусть имеется некоторый ряд значений фактора производства, известна модель (1) его изменения, содержащая несколько аддитивных составляющих, долевое участие которых будет характеризовать *коэффициент значимости*. Покажем это на примерах по моделям, полученным на основе статистических данных Форда [5].

После структурно-параметрической идентификации была получена модель (табл. 1) выпуска автомобилей за период 1909-1921 гг. в виде трехчленной формулы [4] вида

$$N = 16,8802 \exp(0,3178)t^{1,0887} + 6,0207 t^{13,1107} \exp(-3,7918 t^{0,9920}) + 4,7536 \cdot 10^{-10} t^{30,2864} \exp(-4,4665t). \quad (3)$$

Таблица 1

Годовой выпуск автомобилей фирмой «Форд», тыс. шт.

Годы учета	Время t , лет	Факт N_{ϕ}	Расчетные значения (3)			Составляющие (3)		
			N	ε	Δ , %	N_1	N_2	N_3
1909–1910	0	19	16,9	2,12	11,16	16,88	0,00	0,00
1910–1911	1	35	23,3	11,67	33,34	23,20	0,14	0,00
1911–1912	2	78	61,4	16,56	21,23	33,18	28,25	0,00
1912–1913	3	168	185,9	-17,89	-10,65	48,29	137,40	0,20
1913–1914	4	248	229,4	18,63	7,51	71,07	144,11	14,20
1914–1915	5	308	311,3	-3,28	-1,06	105,53	65,34	140,42
1915–1916	6	534	578,7	-44,68	-8,37	157,81	17,45	403,42
1916–1917	7	785	734,5	50,53	6,44	237,42	3,24	493,81
1917–1918	8	707	683,2	23,77	3,36	359,07	0,46	323,71
1918–1919	9	534	677,3	-143,31	-26,84	545,56	0,05	131,70
1919–1920	10	997	869,1	127,86	12,82	832,35	0,01	36,78
1920–1921	11	1250	1282,3	-32,78	-2,62	1274,70	0,00	7,58

Эта формула имеет три составляющие. Все они положительны, т.е. увеличение каждой составляющей повышает показатель – число выпущенных автомобилей.

Первая составляющая есть закон экспоненциального роста с интенсивностью 1,0887. Вторая и третья составляющие показывают приспособляемость фирмы к рынку. При этом по формуле (3) они получают волну возмущения на период в более чем в 20 лет.

Если бы исходные данные продолжались еще на 10 и более лет, то получили бы волновые составляющие к (3). Такие эконометрические модели были получены в [4].

Цена автомобиля Форда изменялась по трендовой формуле

$$C = 950,00 \exp(-0,07998 t^{0,08390} - 0,1180t) + 0,7427 t_b^{12,4534} \exp(-2,8958 t_b). \quad (4)$$

В формуле (4) вторая составляющая имеет свою шкалу военного времени ($t_b = 0$

для 1914-1915 гг.) для периода первой мировой войны. При этом две переменные параметры времени имеют соотношение: если $t \geq 6$, то $t = t - 5$, иначе $t = 0$.

Данные об активности и приспособляемости отраслей к энергетике. Они приведены в табл. 2 т были получены из фактических данных [1, с. 161, табл. 214] по формулам:

– активность j -й отрасли к объему E (ТВт·ч) электроэнергии

$$\alpha_j = 100/E_j E;$$

– приспособляемость $j + 1$ -й отрасли к промышленности

$$k_{j+1} = E_{j+1} / E_1.$$

Для наглядности в табл. 2 вместо номеров j приведены индексы: п – промышленность; сх – сельское хозяйство; т – транспорт; др – другие отрасли; э – экспорт электроэнергии.

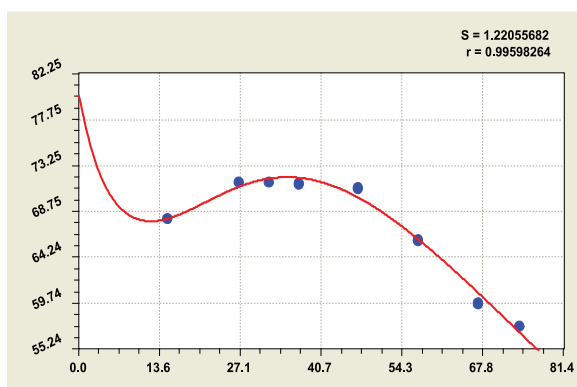
Таблица 2

Показатели потребления электроэнергии отраслями СССР

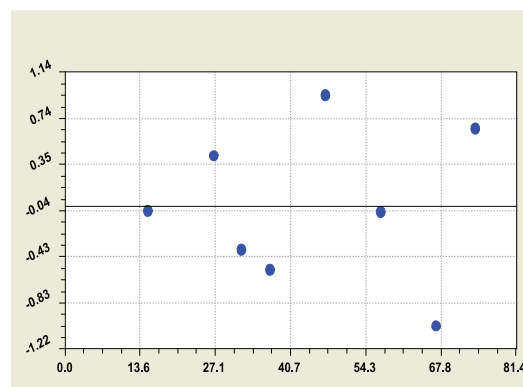
Годы	Время t , лет	Активность потребления и экспорта электроэнергии, %					Приспособляемость отраслей и экспорта к промышленности			
		$\alpha_{п}$	$\alpha_{сх}$	$\alpha_{т}$	$\alpha_{др}$	$\alpha_{э}$	$k_{сх/п}$	$k_{т/п}$	$k_{др/п}$	$k_{э/п}$
1913	0	80,00	0,50	1,00	20,00	0,00	0,0063	0,0125	0,2500	0,0000
1928	15	68,00	0,70	6,00	18,00	0,00	0,0103	0,0882	0,2647	0,0000
1940	27	71,60	1,03	5,35	14,81	0,00	0,0144	0,0747	0,2069	0,0000
1945	32	71,59	0,92	4,16	15,01	0,00	0,0129	0,0581	0,2097	0,0000
1950	37	71,49	1,64	4,06	15,90	0,00	0,0230	0,0567	0,2224	0,0000
1960	47	70,99	3,42	6,02	13,48	0,01	0,0482	0,0848	0,1899	0,0001
1970	57	65,92	5,21	7,34	12,96	0,70	0,0790	0,1114	0,1966	0,0106
1980	67	59,73	8,57	7,94	14,01	1,48	0,1435	0,1330	0,2346	0,0247
1987	74	57,49	9,63	7,89	14,39	2,08	0,1676	0,1372	0,2502	0,0362

Активность промышленности. Поведение (рис. 1) характеризуется уравнением вида $\alpha_{п} = 79,99795 \exp(-0,040798t^{1,26728}) + 3,59317t^{2,71698} \exp(-1,69320t^{0,38641})$. (5)

Доля остатков составляет не более 2%, поэтому волну возмущения дополнительно можно не идентифицировать. Промышленность устойчиво характеризуется только трендом.



По двухчленному тренду (5)



По остаткам от тренда (5)

Рис. 1. Графики динамики активности потребления электроэнергии промышленностью (абсцисса – время t , ордината – активность α , в верхнем углу: S – сумма квадратов отклонений, r – коэффициент корреляции)

Активность сельского хозяйства. Эта многострадальная отрасль, удовлетворяющая

в в большинстве первичных потребностей человека, имеет (рис. 2) двухчленный тренд

$$\alpha_{сх} = 0,43608 \exp(0,025227t^{1,06796}) + 3,24056 \cdot 10^8 t^{71,64848} \exp(-126,66980t^{0,21998}). \quad (6)$$

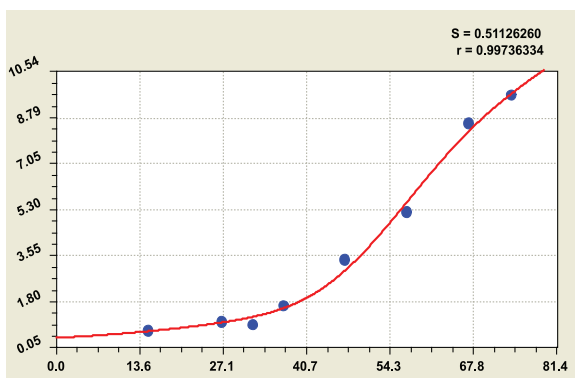
Относительная погрешность (6) максимума выше 10%), поэтому ищем волну (рис. 3).

Возмущение сельского хозяйства по активности началось с 1940 года. Потребление электроэнергии в сельском хозяйстве началось поздно, и актив-

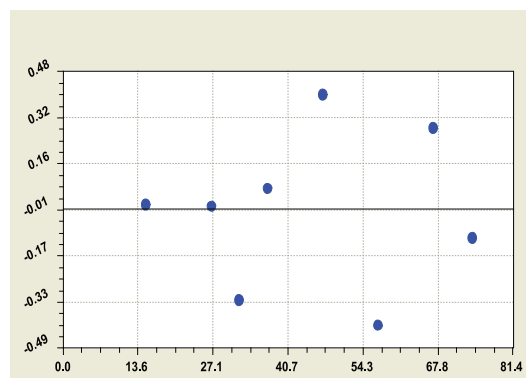
ность в 1913 г. составляла всего 0,50% от общего объема электроэнергии. За 74 года к 1987 г., активность выросла всего до 9,63%), что в $57,49/9,63 \approx 6$ раз меньше промышленности.

Совместно с колебательной составляющей (рис. 4) мы получили закономерность

$$\alpha_{сх} = 0,48535 \exp(0,016196t^{1,17407}) + 4,36671 \cdot 10^8 t^{71,63399} \exp(-126,67525t^{0,22023}) + 1,24421 \cdot 10^{-23} t^{18,23670} \exp(-0,35900t^{0,99970}) \cos(\pi t / (12,41364 - 0,022188t^{0,99479})) + 0,99760). \quad (7)$$



По двухчленному тренду (6)



По остаткам от тренда (6)

Рис. 2. Графики динамики активности потребления электроэнергии сельским хозяйством в бывшем СССР

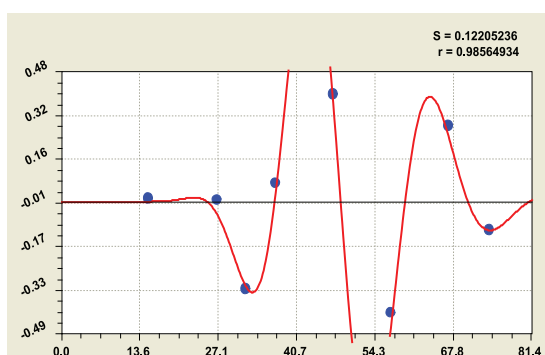


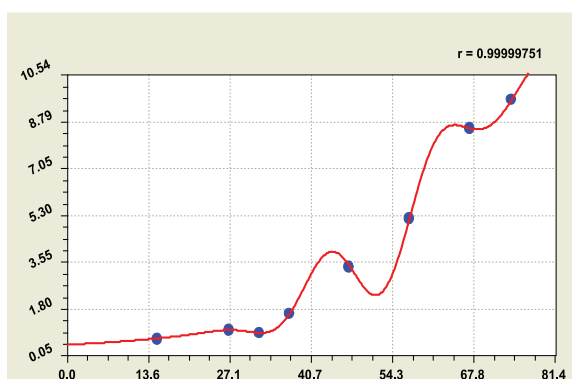
Рис. 3. Колебание активности сельского хозяйства

Из остатков рис. 4 видно, что «наследие» царской России прекратилось к 1945 г.

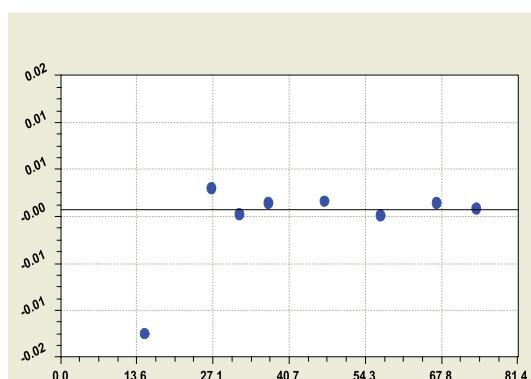
По основному графику заметно, что пятилетние сведения нарушают колебание. Да пятилетние промежутки времени вообще не соответствуют естественным циклам. Всем известно, что сельское хозяйство функционирует по сезонам и годичным циклам вращения Земли вокруг Солнца, но службы статистики упорно не желают переходить на ежегодные данные.

Активность транспорта. Транспорт и промышленность не исключение – ритмика их функционирования также подчиняется геофизическим параметрам. Тренд (рис. 5) имеет вид:

$$\alpha_T = 0,00030516t^{4,36172} \exp(-0,026319t^{1,59150}) + 2,34247 \cdot 10^{-6} t^{4,55392} \exp(-0,045130t^{1,07288}). \quad (8)$$



По трехчленной модели (7)



По остаткам от модели (7)

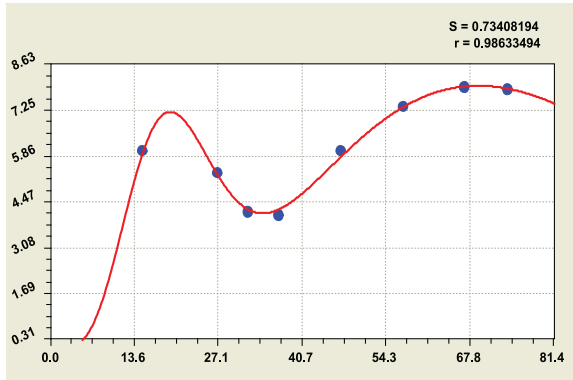
Рис. 4. Динамика активности потребления электроэнергии сельским хозяйством в царской России и СССР

Остатки значимы только для 1913 г. По другим годам относительная погрешность остатков не превышает 5%). Поэтому волновая составляющая не идентифицируется. Таким образом, по тренду (8) с двумя биотехническими за-

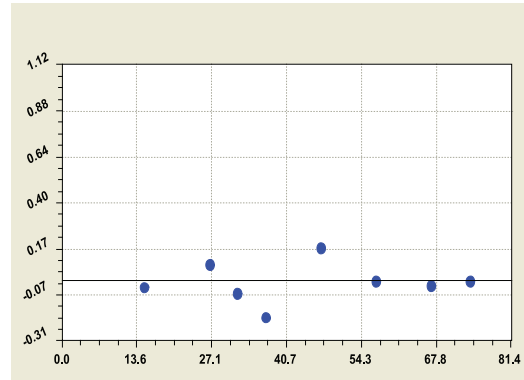
конами проф. П.М. Мазуркина [2-4] период в 74 года можно разделить на два этапа – до и после Великой Отечественной войны.

Активность других отраслей. Тренд (рис. 6) по конструкции упрощается к виду

$$\alpha_{др} = 20,03721 \exp(-0,0075781t^{1,04672}) + 5,69190 \cdot 10^{-8} t^{4,21933}. \quad (9)$$

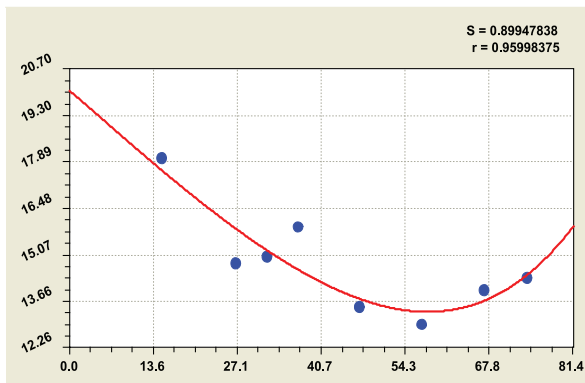


По двухчленному тренду (8)

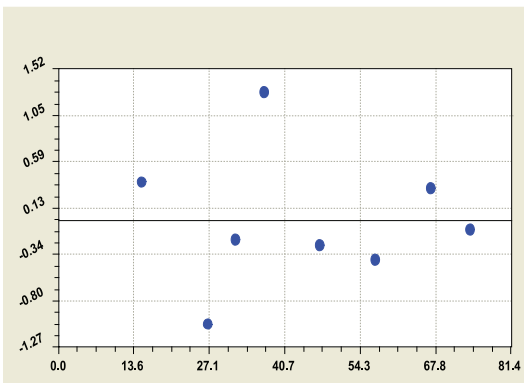


По остаткам от тренда (8)

Рис. 5. Графики динамики активности потребления электроэнергии транспортом в бывшем СССР



По двухчленному тренду (9)



По остаткам от тренда (9)

Рис. 6. Графики динамики активности потребления электроэнергии другими отраслями в бывшем СССР

В сравнении с формулой (2) получаем параметры модели $a_2 = 0$, $a_7 = 0$ и $a_9 = 0$.

Остатки на рис. 6 больше 10%), и это заставляет моделировать дальше (рис. 7). Колебание охватывает период примерно с 1923 г. и продолжается до конца XX века. Тогда ясно, что сельское хозяйство и другие отрасли получали электроэнергию хотя и через Госплан СССР, но вполне бессистемно.

Общее уравнение (рис. 8) имеет вид

$$\alpha_{др} = 19,99990 \exp(-0,0061381t^{1,09864}) + 4,42102 \cdot 10^{-8} t^{4,28188} + 6,92618 \cdot 10^{-7} t^{5,62859} \exp(-0,15623t) \cos(\pi t / (10,50638 + 0,79682t^{0,26002})) - 3,55480. \quad (10)$$

По формуле (10) колебания в активности потребления электроэнергии значительны.

Активность экспорта. Как отрасль экспорт электроэнергии началась в СССР

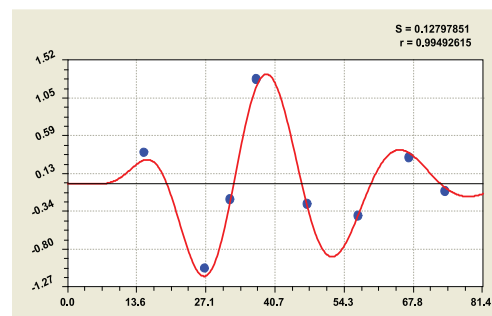
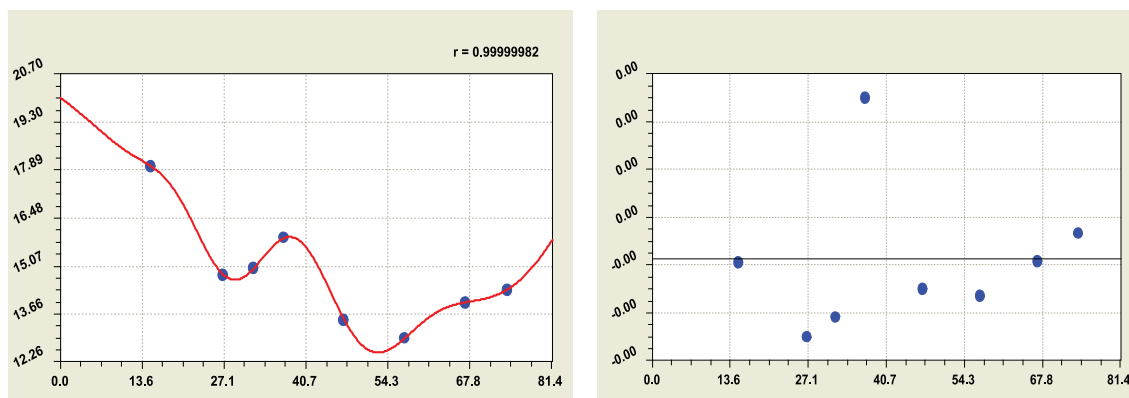


Рис. 7. Колебание активности других отраслей СССР

поздно и поэтому тренд имеет только первую часть модели (2) в виде биотехнического закона

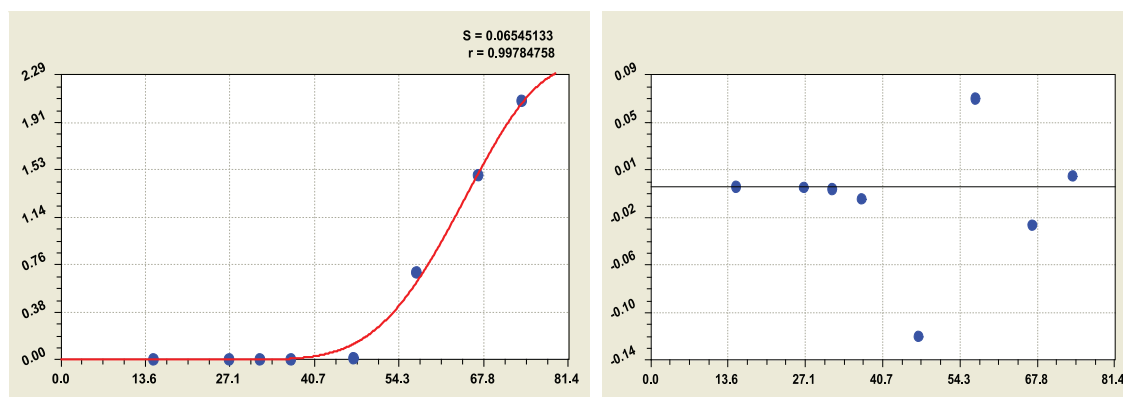
$$\alpha_3 = 1,28690 \cdot 10^{-31} t^{20,72228} \exp(-0,17528t^{1,26737}). \quad (11)$$



По общей модели (10)

По остаткам от модели (10)

Рис. 8. Графики динамики активности потребления электроэнергии другими отраслями хозяйства СССР



По одночленному тренду (11)

По остаткам от тренда (11)

Рис. 9. Графики динамики активности потребления электроэнергии на экспорт в бывшем СССР

Волновое возмущение активности экспорта (рис. 10) началось с 1945 года.

Это возмущение продолжается и в начале XXI века, то есть цикл колебательного возмущения продолжается больше 55 лет или длины цикла Н.Д. Кондратьева.

Кризисные волны в СССР были с крупными периодами, мало заметными советским экономистам, увлекшимися малыми пятилетними периодами.

Общая модель (рис. 11) имеет вид:

$$\alpha_3 = 1,21610 \cdot 10^{-31} t^{20,71446} \exp(-0,17489 t^{1,06660}) + 2,49625 \cdot 10^{-27} t^{19,49785} \exp(-0,35854 t^{0,98560}) \cos(\pi t / (59,62750 - 0,48376 t^{1,02708}) + 5,27112). \quad (12)$$

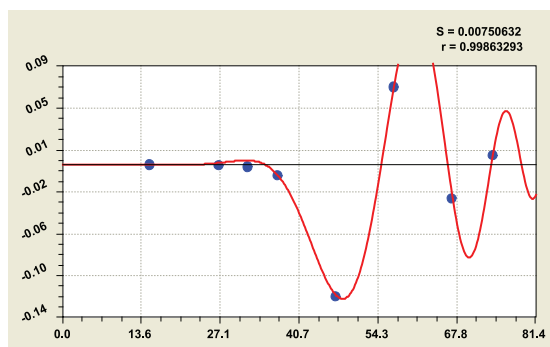


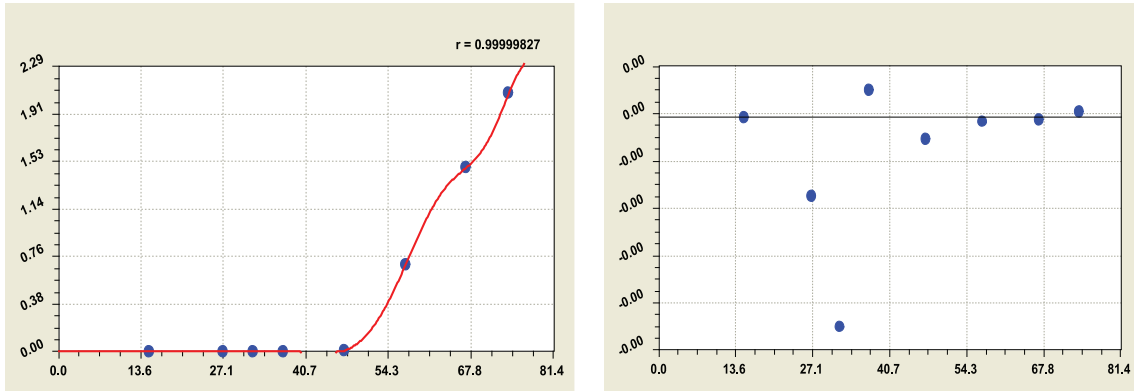
Рис. 10. Колебание активности экспорта электроэнергии в СССР в послевоенный период

Ухватившись за промышленность, В.И. Ленин хотел построить социализм в СССР.

Приспособляемость к промышленности сельского хозяйства. С последней четверти XIX века промышленный подъем еще больше стал теснить сельское хозяйство (рис. 12):

$$k_{\text{сх/п}} = 0,0077775 \exp(-0,044972t) + 7,92517 \cdot 10^{-7} t^{2,85764}. \quad (13)$$

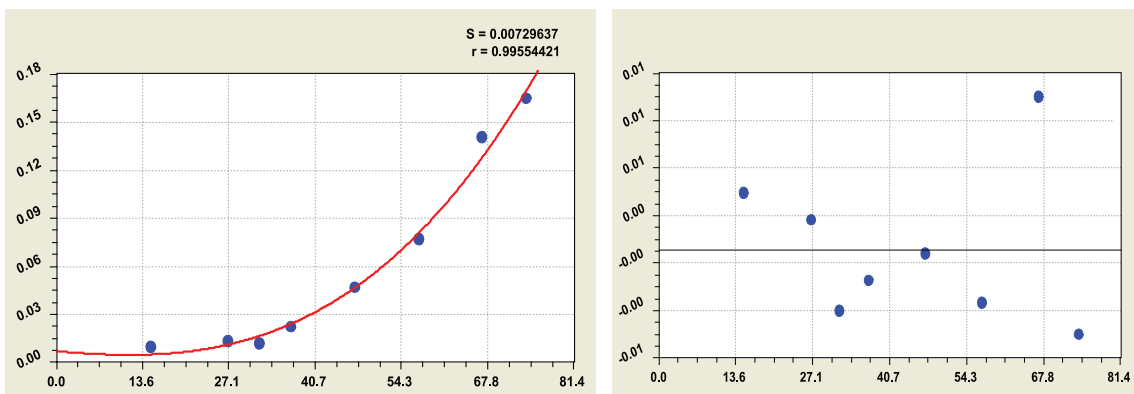
Естественная тенденция по закону гибели показывает спад приспособляемости и



По общей модели (12)

По остаткам от модели (12)

Рис. 11. Графики динамики активности потребления электроэнергии СССР на экспорт



По двухчленному тренду (13)

По остаткам от тренда (13)

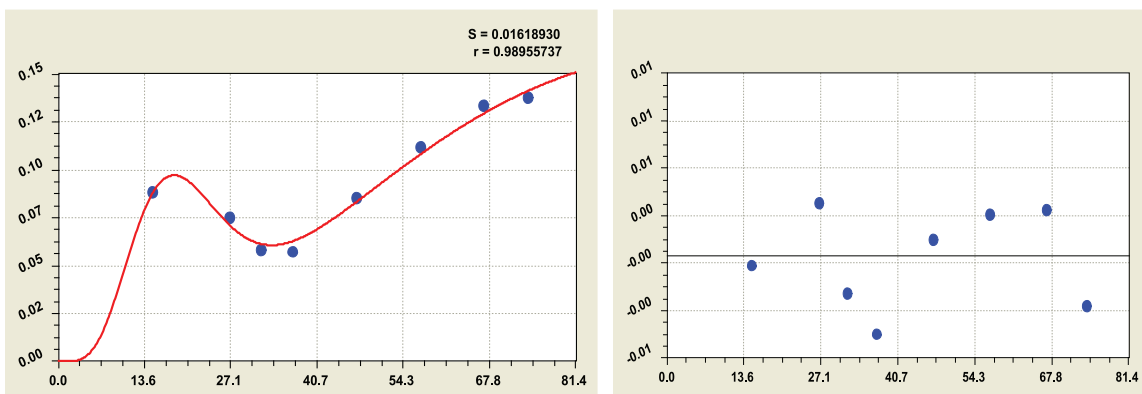
Рис. 12. Приспособляемость сельского хозяйства к промышленности по потреблению электроэнергии

только за счет антропогенного воздействия происходит рост по показательному закону.

Приспособляемость к промышленности транспорта. Здесь полностью иденти-

фицировалась общая модель (2) в виде формулы (рис. 13) двойного биотехнического закона

$$k_{\text{тр/и}} = 3,65825 \cdot 10^{-6} t^{4,99758} \exp(-0,13535 t^{1,20467}) + 8,95055 \cdot 10^{-6} t^{2,63799} \exp(-0,014713 t^{1,10187}). \quad (14)$$



По двухчленному тренду (14)

По остаткам от тренда (14)

Рис. 13. Приспособляемость транспорта СССР к промышленности по потреблению электроэнергии

Заметна высокая приспособляемость транспорта в период 1928-1940 гг., а в военные годы произошел спад этого свойства, которое характеризует структурную перестройку.

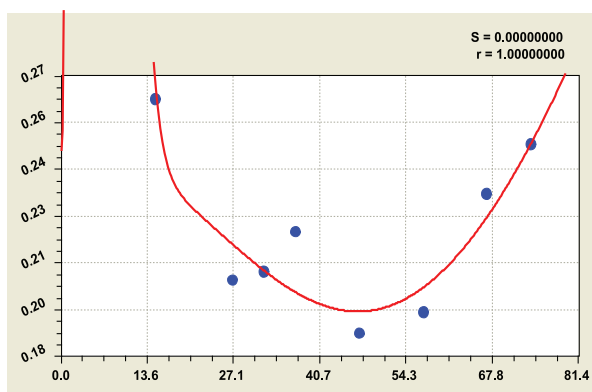
$$k_{др/п} = 0,24862 \exp(-0,00057667t^{1,94815}) + 1,31767t^{3,01070} \exp(-0,53683t^{1,14972}) + 0,00018895t^{1,65203}, \quad (15)$$

с недоразвитой волной колебательного возмущения характерен для других отраслей СССР.

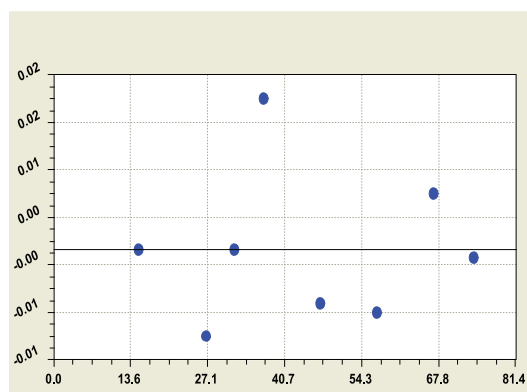
Если бы были выборки с ежегодными статистическими данными, то можно было

Приспособляемость к промышленности других отраслей. Сложный тренд (рис. 14)

бы идентифицировать несколько волновых возмущений. По остаткам на рис. 14 удается получить только одну волну возмущения (рис. 15), значимую по погрешности остатков.



По сложному тренду (15)



По остаткам от тренда (15)

Рис. 14. Приспособляемость других отраслей СССР к промышленности по потреблению электроэнергии

Волнение происходит на весь изученный период 1913-1987 гг., что означает одно – по сравнению с промышленностью на другие отрасли хозяйства обращали мало технологического внимания.

Таким образом, системного подхода к своевременной диверсификации технологической базы экономики не было.

Общая модель (рис. 16) имеет вид:

$$k_{др/п} = 0,25042 \exp(-0,00057442t^{1,95720}) + 1,28656t^{3,00200} \exp(-0,53786t^{1,15042}) + 0,00018983t^{1,65306} + 5,70846 \cdot 10^{-8} t^{4,81383} \exp(-0,12088t^{1,00718}) \cos(\pi t / (16,44423 - 0,033925t^{0,95871}) - 1,65548). \quad (16)$$

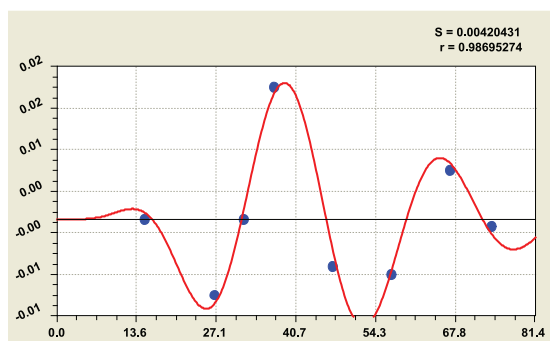


Рис. 15. Колебание приспособляемости других отраслей хозяйства СССР к промышленности

Приспособляемость к промышленности экспорта электроэнергии. Новая отрасль деятельности не имеет предыстории, поэтому экспоненциальный закон исключается, а новый цикл возбуждения только еще начинается, поэтому получили простой (рис. 17) закон

$$k_{э/п} = 5,06410 \cdot 10^{-8} t^{3,10751}. \quad (17)$$

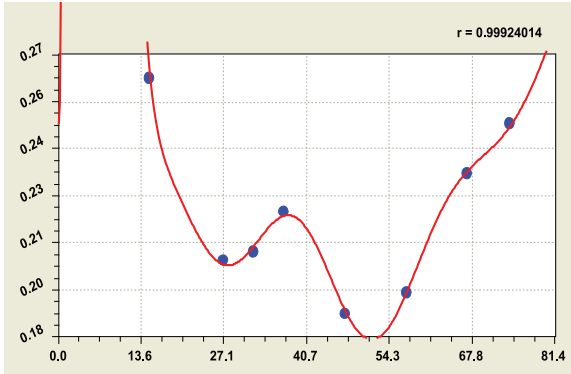
Из-за значимых относительных погрешностей получили волну (рис. 18) возмущения.

Как видно из графиков, в сравнении с промышленностью отсутствует структур-

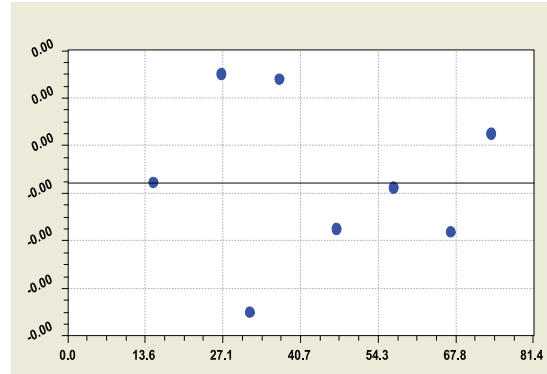
ная гармония в экспорте электроэнергии. Волна колебательного возмущения к началу XXI века только нарастает.

По нижеприведенной общей закономерности происходит показательный рост по тренду (рис. 19) и колебанию

$$k_{э/п} = 5,05599 \cdot 10^{-8} t^{3,10712} + 1,82470 \cdot 10^{-6} t^{2,63429} \exp(-0,041160 t^{1,00119}) \cos(\pi t / (43,54253 - 0,0041568 t^{1,04588})) - 0,077421. \quad (18)$$

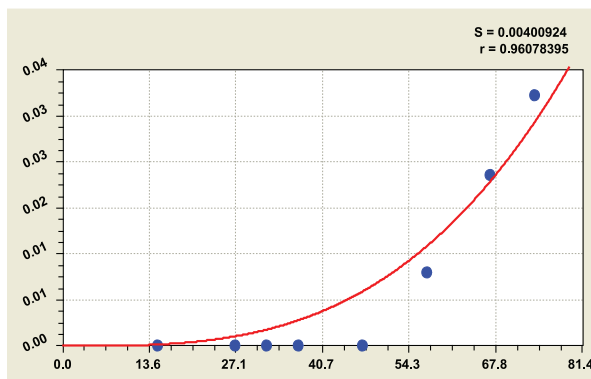


По четырехчленной модели (16)

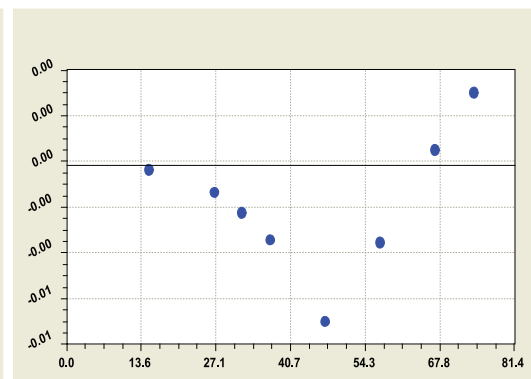


По остаткам от общей модели (16)

Рис. 16. Приспособляемость других отраслей СССР к промышленности по потреблению электроэнергии



По сложному тренду (17)



По остаткам от тренда (17)

Рис. 17. Приспособляемость других отраслей СССР к промышленности по потреблению электроэнергии

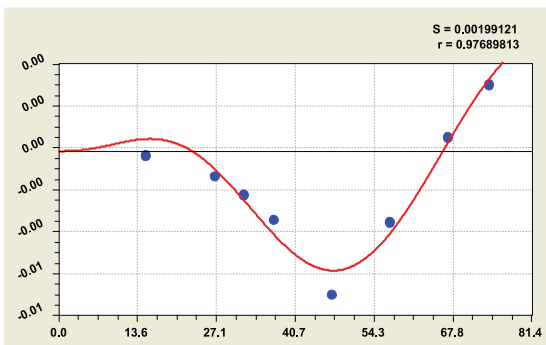
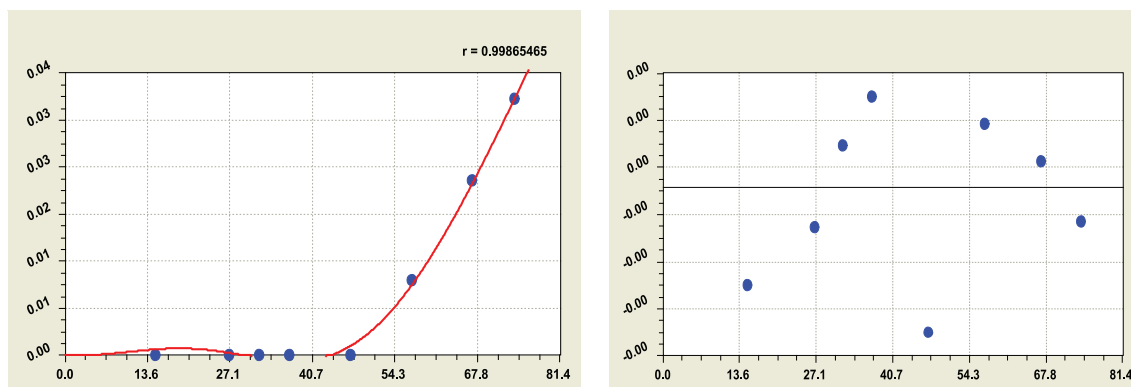


Рис. 18. Колебание приспособляемости экспорта СССР

Все отрасли были скромными к потреблению электроэнергии промышленностью.

Выводы

Диверсификация экономики Российской Федерации не может быть выполнена без нормализации производства и потребления, в частности, электроэнергии. А для этого нужно провести тщательный факторный анализ динамики активности и приспособляемости отраслей экономики по ежегодным с 1913 года достоверным статистическим данным.



По двухчленной модели (18)

По остаткам от общей модели (18)

Рис. 19. Приспособляемость экспорта электроэнергии в СССР к промышленности

Подробнее о моделировании: набрать в Google «Мазуркин Петр Матвеевич» Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/12032 МОН РФ.

Список литературы

1. Елохович А.С. Справочник по физике и технике: учебное пособие для учащихся. – 3-е изд., переаб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 224 с.

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

3. Мазуркин П.М. Статистическая модель периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 152 с.

4. Мазуркин П.М. Статистическая эконометрика: учеб. пос. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 376 с.

5. Форд Г. Моя жизнь, мои достижения // Изобретатель и рационализатор. – 1979. – № 7. – С. 40-41.