

УДК 519.248:940.54

В.Ю. Дубницький, О.І. Ходирєв

Харківський банківський інститут УАБС НБУ, Харків

ЕКОНОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ЛІТАКІВ У КРАЇНАХ – ОСНОВНИХ УЧАСНИЦЯХ ДРУГОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ

Запропоновані економетричні регресійні моделі виробництва літаків у СРСР, США, Великій Британії, Німеччині та Японії. Зроблено порівняльний аналіз інтенсивності випуску літаків за допомогою дивідіальних функцій першого роду.

літак, економетричний аналіз, регресійна модель, дивідіальна функція першого роду

Вступ

Постановка проблеми. Співвідношення витрат військового та невійськового призначення під час планування бюджетного процесу відноситься до "вічних проблем", які необхідно вирішувати будь-якій державі під час визначення основних напрямків свого оборонного розвитку. Одна з найбільш відповідних за наслідками і розміром стаття військового бюджету – це витрати на придбання й утримання авіаційної техніки. Тому, можливо, є сенс розглянути це питання у його історичній ретроспективі.

У літературі з історії авіації та авіаційної промисловості наведено велику кількість даних про випуск літаків у будь-яких країнах. Однак автори даного повідомлення не змогли знайти роботи, в яких були б наведені економетричні моделі динаміки випуску літаків та було б зроблено їх порівняльний аналіз.

У роботі запропоновані моделі, що описують динаміку випуску літаків у країнах – основних учасниках Другої Світової війни, а саме: СРСР, США, Великій Британії, Німеччині, Японії.

Проміжок часу, який розглянуто в роботі, обмежений 1930-1944 рр. Нижня межа цього проміжку обумовлена тим, що саме в цей час збройні конфлікти на Далекому Сході (бойові дії Японії в Китаї та радянсько-китайські збройні сутички на рр. Сунгара та Амур) почали, кажучи словами героїв фільму "Ми – вундеркінди", плавний перехід від повоєнного часу у передвоєнний.

Верхня межа проміжку часу обумовлена тим, що з січня 1945 р. з антисиметричних обставин виробництво літаків у вищезгаданих країнах почало зменшуватись.

Аналіз літератури. У цілому дана робота продовжує розпочатий в [1 – 3] статистичний аналіз даних з окремих питань Другої Світової війни. У роботах [2, 3] було побудовано моделі аналізу чисельності ВПС РСЧА у 1930-1938 рр. та зроблено статистичний аналіз структури парку літаків військової авіації СРСР і Німеччині. Спроба первісного порівняльного статистичного аналізу випуску літаків в СРСР та Німеччині наведена в роботі [4]. Окремі аспекти проблематики, яка відноситься до обраної теми, розглянута в роботах [5 – 7].

Аналіз джерел вихідних даних. У зв'язку з тим, що об'єктом аналізу в роботі було обрано виробництво літаків як таких, тобто без їх розподілу на військові та цивільні, виникли певні труднощі. У літературі [4, 7] наведено кількісні дані щодо військового літакобудування в СРСР. Також без великих зусиль можна знайти дані про кількість вироблених військових літаків в інших країнах, але це значно звужує область дослідження та не дає можливості оцінити міру напруженості роботи авіаційної промисловості тому, що питома вага військової авіації в загальному обсязі виробництва була в різні часи у різних країнах різною.

Найбільш вірогідні відомості з цих питань наведені у роботі [8] та представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Випуск літаків (тис. одиниць) у країнах – основних учасниках Другої Світової війни

РІК	СРСР	США	ВЕЛИКА БРИТАНІЯ	НІМЕЦЬЧИНА	ЯПОНІЯ
30	1,149	3,437	1434	x	0,445
31	1,489	2,8	x	0,013	0,368
32	2,49	1,396	x	0,036	0,691
33	4,116	1,324	1,102	0,368	0,766
34	4,354	1,615	1,108	1,968	0,688
35	2,529	1,71	1,807	3,183	0,952
36	4,27	3,01	1,83	5,112	1,181

Продовження табл. 1

РІК	СРСР	США	ВЕЛИКА БРИТАНІЯ	ГЕРМАНІЯ	ЯПОНІЯ
37	6,039	3,773	2,218	5,606	1,511
38	7,727	3,623	2,828	5,235	3,201
39	10,362	5,856	7,94	8,295	4,467
40	10,565	12,813	15,049	9,869	4,768
41	15,735	26,289	20,094	10,94	5,088
42	25,436	47,836	23,672	14,664	8,861
43	34,884	85,898	26,263	24,365	16,693
44	40,261	96,318	26,461	40,482	28,18

Якщо порівняти відносне середньомісячне виробництво літаків (табл. 2), то можна побачити, що про-

тягом 1932-1939 рр. продуктивність випуску літаків в СРСР була більша, ніж у будь-якій країні (табл. 2).

Таблиця 2

Середньомісячна відносна продуктивність випуску літаків у країнах – основних учасниках Другої Світової війни

Роки	Середньомісячне виробництво літаків (відносне)				
	СРСР	США	Велика Британія	Германія	Японія
31	1	1,880457	x	0,008731	0,244325
32	1	0,560643	x	0,014458	0,27751
33	1	0,321672	0,267736	0,089407	0,186103
34	1	0,370923	0,254479	0,451998	0,158016
35	1	0,676157	0,714512	1,2586	0,376433
36	1	0,704918	0,428571	1,19719	0,276581
37	1	0,624772	0,367279	0,928299	0,250207
38	1	0,468875	0,365989	0,677494	0,414262
39	1	0,565142	0,766261	0,800521	0,431094
40	1	1,212778	1,42442	0,934126	0,451301
41	1	1,670734	1,277026	0,695265	0,323356
42	1	1,880642	0,9306	0,576506	0,348365
43	1	2,46239	0,752867	0,698458	0,478529
44	1	2,39234	0,657237	1,005489	0,699933

Беручи до уваги велику питому вагу військової авіації у загальному обсязі виробництва в СРСР, можна зробити висновок про те, хто був лідером гонки авіаційних озброєнь та ціною яких жертв і витрат це лідерство було досягнуто.

Згідно з табл. 1 в СРСР за період з 1930 р. по 1938 р. було вироблено 33,014 тис. літаків. Кількість літаків у 1938 р., згідно з роботою [8], була 7,714 тис. од. без урахування учбової авіації, яка входила до складу ВПС та ВПС ВМФ, тобто склала 23,4 % від усієї кількості літаків, створених за цей період. У США згідно з даними, наведеними у роботах [8, 9], цей же показник склав 4,4% (без урахування авіаної авіації та авіації берегового базування ВМФ). При всій умовності такого роду розрахунків, на якісному рівні ці дані досить красномовні.

Слід зазначити, що взагалі у сучасній літературі немає узгоджених даних щодо випуску радянських літаків за обраний проміжок часу.

На рис. 1 наведено дані про планові замовлення

на випуск літаків та фактичний обсяг їх виробництва згідно з роботами [8, 10]. Автори даного повідомлення не можуть пояснити наявність цих розбіжностей, але слід зауважити, що дані роботи [8] підтвержені даними роботи [11], у якій наведені виписки з «Диспетчерського журналу НК Авіапрома ССРСР», тобто дані, які доповідали Й.В.Сталіну [15]. Тому далі для аналізу використані дані, наведені у роботі [8].

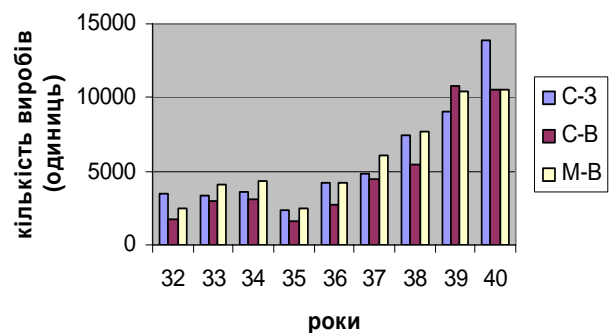


Рис. 1. Замовлення та фактичний випуск літаків у СРСР з 1932 по 1940 рік

Умовні позначення рисунка: С-3 – замовлено на відповідний рік, згідно з роботою [10]; С-В – виготовлено у відповідному році, згідно з роботою [10]; М-В – виготовлено у відповідному році, згідно з роботою [8].

Дуже характерними є наведені у [10] дані про замовлення на 1941 р. 20195 літаків та виконання плану за перший квартал у кількості 2406 літаків,

тобто 11,9% замість планових 23...27%, у другому кварталі (останньому мирному) було вироблено 2089 літаків.

Основні результати. Використовуючи дані, наведені у роботі [8], визначені параметри регресійних моделей, які описують динаміку авіаційного виробництва. Ці моделі подано у табл. 3, усі вони виявились адекватними за критерієм Фішера.

Таблиця 3

Регресійні моделі динаміки авіаційного виробництва

Країна	Роки	Вид моделі	Оцінки параметрів моделі
СРСР	1930-1944	$y_{SU} = \exp(a + bt^2)$	$y_{SU} = \exp(-2,5850 + 0,0032t^2)$
США	1930-1944	$y_{US} = \exp(a + bt^2)$	$y_{US} = \exp(-3,7711 + 0,0041t^2)$
Велика Британія	1932-1944	$y_{GB} = a + b \ln t$	$y_{GB} = 33,88 + 2,675 \ln$
Германія	1932-1944	$y_{GR} = (a + bt^2)^2$	$y_{GR} = (-5,2450 + 0,0054t^2)^2$
Японія	1930-1944	$y_{JP} = \exp(a + bt^2)$	$y_{JP} = \exp(-4,7412 + 0,0040t^2)$

З наведених рівнянь можна зробити висновок, що в СРСР, США та Японії склались процеси, яким задовольняла однакова за структурою математична модель.

Порівнюючи перші похідні для цих моделей, отримаємо, що для СРСР, США, Японії швидкість збільшення кількості літаків була:

– для СРСР:

$$V_{SU} = \frac{dy_{SU}}{dt} = 2bt \exp y; \quad (1)$$

– для Германії:

$$V_{GR} = \frac{dy_{GR}}{dt} = 4bty; \quad (2)$$

– для Японії:

$$V_{JP} = \frac{dy_{JP}}{dt} = \frac{b}{t}. \quad (3)$$

Однак безпосереднє порівняння зростання росту випуску авіаційного виробництва буде не зовсім коректним тому, що внаслідок різних історичних обставин різні країни мали різний стартовий рівень.

Для коректного порівняння зробимо нормуюче перетворення:

$$y_t^{(h)} = \frac{y_t - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}, \quad (4)$$

де y_{\min} – найменший випуск літаків у конкретній країні за період, який вивчається, y_{\max} – відповідно, найбільший;

y_t – кількість виготовлених літаків у натуральних показниках (тис. од.), виготовлених за рік з індексом t ;

$y_t^{(h)}$ – нормована кількість, $y_t^{(h)} \in [0; 1]$.

Відповідні регресійні моделі наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Регресивні моделі динаміки нормованої кількості виготовлених літаків

Країна	Роки	Вид моделі	Оцінки параметрів моделі
СРСР	1930-1944	$y_{SU}^{(h)} = \exp(a + bt^2)$	$y_{SU}^{(h)} = \exp(-7,039 + 0,0036t^2)$
США	1930-1944	$y_{US}^{(h)} = \exp(a + bt^2)^2$	$y_{US}^{(h)} = \exp(-31,4261 + 0,0012t^2)$
Велика Британія	1932-1944	$y_{GB}^{(h)} = (a + b\sqrt{t})^2$	$y_{GB}^{(h)} = (-7,709 + 1,3228\sqrt{t})^2$
Германія	1932-1944	$y_{GR}^{(h)} = (a + bt^2)^2$	$y_{GR}^{(h)} = (-0,8038 + 0,0008t^2)^2$
Японія	1930-1944	$y_{JP}^{(h)} = \exp(a + bt^2)$	$y_{JP}^{(h)} = \exp(-10,1405 + 0,0051t^2)$

У нормованому вигляді експоненційні моделі характерні для СРСР та Японії. Однакову структуру мають відповідні моделі для США та Германії.

Можливе пояснення цього слід, на думку авторів даної роботи, шукати у своєрідній збіжності зовнішньополітичних доктрин СРСР та Японії, які мали деякий відтінок месіанства; якщо перша мріяла підняти червоний прапор в останньому фашистському місті останньої фашистської держави, то друга мріяла "об'єднати вісім кутів під одним дахом".

Для більш детального аналізу миттєвої відносної швидкості випуску літаків використаємо поняття дивідіри першого роду [12, с. 43, 100].

Згідно з цією роботою дивідіра першого роду

$$D(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{y(t + \Delta t) - y(t)}{\Delta t} = \exp \left[\frac{dy(t)}{dt} / y(t) \right]. \quad (5)$$

Результати відповідних обчислень наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Дивідіри першого роду зростання нормованої кількості вироблених літаків

Вид моделі	Дивідіра першого роду
$y_1 = \exp(a + bt^2)$	$d_1(t) = \exp(2bt)$
$y_2 = \exp(a + bt^2)^2$	$d_2(t) = \exp\left(4bt \cdot y^{-1/2}\right)$
$y_3 = (a + b\sqrt{t})^2$	$d_3(t) = \exp\left(b \cdot (t \cdot y)^{-1/2}\right)$

Графіки відповідних функцій наведено на рис. 2, графіки побудовано тільки для часового проміжку, для якого функція зростання не має нулів. В іншому випадку дивідіра першого роду буде розривною функцією.

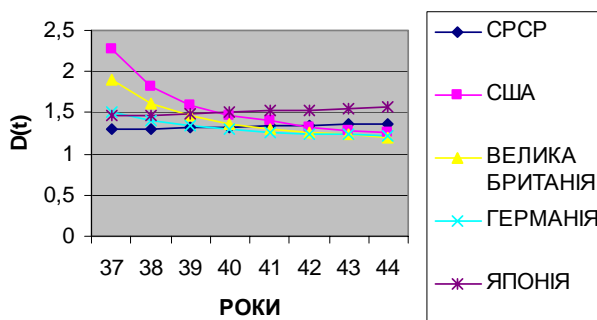


Рис. 2. Дивідіри випуску авіаційної продукції

З цих графіків можна зробити висновок, що з 1932 по 1941 роки функції миттєвої відносної швидкості випуску літаків були зростаючими тільки для СРСР та Японії.

Незважаючи на всі недоліки, рівень організації радянського авіапрому був настільки високим, що

друге півріччя 1941 р. з його важкими наслідками не дуже позначились на обсязі випуску продукції.

Для підтвердження цієї тези розглянемо наслідки чисельного експерименту.

Рівняння зростання випуску літаків у СРСР у натуральному вимірі на проміжку з 1930 по 1940 рр. має вигляд:

$$y = (-1,6291 + 0,0030 t^2)^2. \quad (6)$$

Прогнозоване значення обсягу продукції на 1941 рік дорівнює 12,093 тис. од., нижня та верхня межі довірчого інтервалу, відповідно, 7,86 тис. од. та 17,23 тис. од., фактичний випуск за 1941 рік склав 15,735 тис. од. тобто фактичний випуск був у прогнозованих межах. Ці розрахунки, як і всі інші, було виконано з використанням системи Statgraphics.Centurion, version XV. Основні властивості цієї системи викладено у роботі [13]. Останній результат потребує спеціальних пояснень.

Евакуацію авіаційних заводів на Схід СРСР було розпочато у липні-серпні 1941 р. Згідно з наведеними у роботі [10] даними з 139 підприємств НКАП та споріднених наркоматів до кінця року було евакуйовано 118. Такий великий обсяг роботи міг бути виконаний тільки завдяки попередній підготовці, яку було проведено до початку війни.

Висновки

1. Запропоновані економетричні моделі для аналізу випуску авіаційної продукції з 1930 по 1944 роки.

2. Для порівняльного аналізу темпів зростання випуску продукції застосовані спеціальні функції – дивідіри першого роду.

3. Показано, що з 1937 по 1944 рр. тільки СРСР та Японія мали монотонно зростаючу відносну швидкість випуску літаків.

Список літератури

1. Дубницький В.Ю. Выявление латентной информации о состоянии больших организационных систем // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 5 (33). – С. 107-111.
2. Дубницький В.Ю., Гадецька С.В. Информационная оценка совпадения структур сложных систем // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 8 (36). – С. 127-132.
3. Дубницький В.Ю., Ходирев О.І. Економічний аналіз чисельності військово-повітряних сил Робітничо-селянської Червоної Армії в 1930-1938 рр. // Системи озброєння і військова техніка. – 2005. – №3-4. – С. 92-95.
4. Ростопчин В.В. Трагедия военной авиации СССР в 1941 году: трагедия или случайность? // Авиация и космонавтика. – 2005. – № 4. – С. 12-15.
5. Мухин М.Ю. Советская авиапромышленность накануне Великой Отечественной войны // Отечественная история. – 2003. – №3. – С. 113-121.
6. Степанов А.С. Военные планы и оборонная промышленность СССР накануне и в начале мировой войны:

Британский фактор // Отечественная история. – 2003. – № 3. – С. 33-47.

7. Шумихин В.С. Советская военная авиация. 1917-1941. – М.: Наука, 1986. – 208 с.

8. Мельтюхов М.И. Упущенный шанс Сталина. Советский Союз и борьба за Европу. 1939-1941 гг. – М.: ВЕЧЕ, 2002. – 542 с.

9. Васильев В., Роцин В. Крылья второго фронта // Независимое военное обозрение. – 2005. – № 22. – С. 4.

10. Симонов Н.С. Военно-промышленный комплекс в СССР в 1920-1950-е годы: темпы экономического роста, структура, организация производства и управление. – М.: РОССПЭН, 1996. – 336 с.

11. 1941 год: 13 кн. Кн. 2 / Сост. Л.Е. Решин. – М.: Междунар. Фонд "Демократия". 1998. – 752 с. Документ № 652. ("Россия. XX век. Документы").

12. Литвин О.М. Дивідіріальні та мультигральні числення. – К.: Наук. думка, 2006. – 144 с.

13. Каплан А.В. Решение экономических задач на компьютере. – М.: ДМК Пресс; СПб: Питер, 2004. – 600 с.

14. Мелия А.А. Мобилизационная подготовка народного хозяйства СССР. – М.: Альпина Бизнес Букс. 2004. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: militera.lib.ru/research/melia_aa/index.html.

15. Шахурин А.И. Крылья победы.— М.: Политиздат, 1990. – 364 с.

Надійшла до редколегії 19.02.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Кононенко, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.