



# Качественный анализ технического уровня морских самолетов ТАНТК им. Г.М. Бериева периода 1934–1998 годов



**Р.Н. Ковалева**

инженер-конструктор  
1 категории, старший  
преподаватель кафедры  
109Б НИУ МАИ;  
Москва

e-mail:  
churochkina@beriev.com

**Аннотация.** В статье представлен качественный анализ параметров морских самолетов ТАНТК им. Г.М. Бериева указанного периода в сравнении с зарубежными аналогами. Он свидетельствует о том, что отечественные морские самолеты определяли и продолжают определять границу технического уровня в мировой гидроавиации. Кроме того, упомянутая методология ТАНТК им. Г.М. Бериева позволила в дальнейшем находить взлетную массу морских самолетов с учетом грузопотока и требований по мореходности, а так же рассчитывать прототипы и аналоги, что является инновацией для гидроавиации.

**Ключевые слова:** гидроавиация, комплексный критерий, вероятность летной эксплуатации, статистика, мореходность.

На всех этапах развития авиации, как воздушного транспорта человечества, ее технический уровень оценивался самыми разнообразными критериями. Среди них вначале были длительность, скорость и дальность полета, затем появились массовая (весовая) отдача, скороподъемность, маневренность, уровень вооружения и т.п. [1–3]. В итоге размножившееся количество критериев, во-первых, не дает установить граничные значения комплексной оценки свойств летательных аппаратов, проследить их закономерность, а во-вторых – получить ответ на извечный вопрос: «Какой самолет лучше по техническому уровню?».

Поиску ответов на вопросы способствовало предложение выдающегося отечественного авиаконструктора и ученого Р.Л. Бартини рассматривать любой самолет исключительно как перевозчик грузов, поток которых оценивается количественно как отношение произведения массы груза  $m_g$  на скорость  $V$  и на дальность  $L_g$  к взлетной массе самолета  $P$ . Этот критерий был назван им транс-

портным [4]. Однако данный критерий, позволивший по средним значениям отношения  $m_g/m_0$  приблизительно оценивать эффективность удельных грузоперевозок, оказался зависящим от произведения  $m_g L_g$ , которое должно учитывать их взаимозависимость (примерно по ниспадающей прямой  $m_g - L_g$  рис. 1, 2). Эта взаимозависимость, введенная Л.Г. Фортиновым в транспортный критерий Бартини, позволила определять его максимальные значения, единственные для самолета. Они легко рассчитываются по имеющимся справочным данным. Новый критерий, названный критерием конструктивного совершенства по удельным грузоперевозкам  $U$  [5–6], будучи нанесен на поле  $U(m_0)$ , дал возможность рассматривать множество самолетов как поле, верхняя граница которого  $U_p(m_0)$  есть верхний предел достигнутого в авиации технического уровня.

Описанный критерий  $U$  оказался справедливым как для аэродромных, так и для морских самолетов. Но он не учитывал такое качество последних, как мореходность по ветровой волне, характеризующую предельную высоту волны, которую при взлете и посадке может преодолевать самолет, зависящую от района и сезона эксплуатации [7].

В итоге комплексным обоснованным и понятным критерием оценки технического уровня морских самолетов каждой взлетной массы стало отношение считываемого для самолета по параметрам грузопотока критерия  $U$  к максимально достигнутому уровню  $U_p$ . Умножив его на отношение расчетной мореходности  $h$ , берущейся самолетом при взлете и посадке, к максимальной статистической высоте волны в регионе эксплуатации  $H$ , мы получаем комплексный критерий реальных удельных грузоперевозок  $M$  [8–10]:

$$M = U \cdot \frac{h}{H}, \quad (1)$$

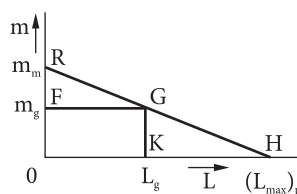


Рис. 1. Линеаризованная зависимость  $m_g(L)$

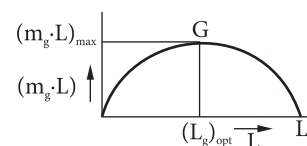


Рис. 2. Зависимость  $m_g(L)$

$$\text{где } U = 0,25 \cdot \bar{m}_0 \cdot \frac{L_g}{1 - \frac{m_g}{m_m}} \cdot V, \quad (2)$$

$$h = B \cdot m_0^{0,667} \cdot \frac{z^2}{V^2}, \quad (3)$$

$$z = \frac{V}{V_g}, \quad (4)$$

$\bar{m}_0$  – массовая (весовая) отдача самолета;  $m_m$  – максимальная грузоподъемность (при  $L_g=0$ );  $m_0$  – взлетная масса;  $z$  – коэффициент эффективности механизации крыла;  $V$  – крейсерская скорость полета;  $M_g$  – взлетная (посадочная) скорость;  $h$  – максимальная высота ветровой волны, преодолеваемой самолетом;  $H$  – максимальная высота ветровой волны на поверхности моря в заданном районе и сезоне эксплуатации.

Поскольку в разных регионах Мирового океана в разных климатических условиях величина определяется соответствующими регистрами [6], для практического использования зависимости (1) удобнее представить ее в виде:

$$M = k \cdot \frac{1}{H}, \quad (5)$$

$$\text{где } k=U \cdot h. \quad (6)$$

Это позволяет при обработке статистических данных морских самолетов использовать зависимость  $k(m_0)$ .

Обработка  $k(m_0)$  аналогично значению  $u_p$  для аэродромных самолетов дала возможность получить аналитическую зависимость максимального значения  $k$ , характеризующего верхний предел, достигнутый в авиации:

$$k_p = S \cdot m_0^{\sigma}. \quad (7)$$

Технический уровень морских самолетов с учетом одинаковости  $H$  для взлетной массы  $m_0$  оцениваемого самолета будет:

$$\bar{k} = \frac{k}{k_p}. \quad (8)$$

В (7) среднестатистическое значение  $k_p$  по результатам обработки параметров многих гидросамолетов и самолетов-амфибий [6]:

$$k_p = 16,3 \cdot m_0^{0,877}. \quad (9)$$

Итак,

$$\bar{k} = \frac{k}{k_p} = \frac{U \cdot h}{16,3 \cdot m_0^{0,877}} = 0,061 \cdot U \cdot h \cdot m_0^{0,877}. \quad (10)$$

Величина  $\bar{k}$  позволяет оценивать совершенство самолетов любой массы без учета  $H$ . С учетом  $H$  эта величина дает представление о соответствии передовому техническому уровню:

$$\bar{M} = \bar{k} \cdot \frac{1}{H}. \quad (11)$$

В табл. 1 приведены значения  $\bar{k}$ , а также  $\bar{M}$  при различных  $H$  (превышающих, естественно, реальные значения  $h$ ).

Из анализа данных в табл. 1 можно сделать следующие выводы.

1. Величина  $U$  дает представление о морских самолетах как об аэродромных и свидетельствует о разительном превосходстве последних по критерию конструктивного совершенства в отношении удельных грузоперевозок. Это определяется существенно большей массовой отдачей у аэродромных самолетов (в среднем  $\bar{m}_0=0,52$  для пассажирских,  $\bar{m}_0=0,49$  для транспортных и  $\bar{m}_0=0,375$  для морских), совершенством их аэродинамической формы. В табл. 2 приведены расчеты для аэродромных пассажирских самолетов, имеющих одинаковую с морскими взлетную массу и крейсерскую скорость полета, но  $\bar{m}=0,52$ .

Как видно, они выигрывают у морских самолетов по максимальной дальности полета в 2...5 раз. С учетом ограничений из-за мореход-

Таблица 1

Самолет	$m_0$ , т	$U$ , ккм <sup>2</sup> /час	$h$ , м	$\bar{k}$	при $H$ , м		
					1	1,5	2
МБР-2	4,1	31,8	0,76	0,427	0,427	0,290	0,210
Бе-6	23,5	141,0	1,07	0,508	0,580	0,390	0,290
Бе-12	36,0	145,2	1,54	0,509	0,590	0,390	0,300
Бе-10	50,0	234,4	1,14	0,530	0,530	0,350	0,270
БЕ-200	42,5	197,6	1,20	0,584	0,584	0,390	0,290
SH-5	55,0	209,0	2,35	0,896	0,896	0,597	0,448
A42	92,5	394,8	2,00	0,909	0,909	0,610	0,454
ХР6М-1	90,0	385,0	1,80	0,817	0,817	0,540	0,410
SR/45	150,0	257,0	5,10	0,990	0,990	0,660	0,495

Таблица 2

№	Самолет	$m_0$ , т	$V$ , км/час	$L_m$ , ккм	$U$ , ккм <sup>2</sup> /час	аэродромный аналог			
						$m_0$	$V$	$L_m$	$u$
1	МБР-2	4,1	200	1,52	31,6	4,16	200	5,07	132,6
2	Бе-6	23,5	342	5,00	141,0	23,4	342	13,52	601,0
3	Бе-12	36,0	440	4,40	145,0	36,0	440	11,76	673,0
4	Бе-10	50,0	720	3,00	234,0	50,5	720	8,71	815,3
5	БЕ-200	42,5	610	3,60	198,0	42,5	610	9,33	740,0
6	SH-5	55,0	440	4,75	209,0	55,1	440	15,00	858,0
7	A42	92,5	700	5,50	404,0	92,6	700	12,60	1128,4
8	ХР6М-1	90,0	744	5,60	365,0	90,0	744	11,70	1131,6
9	SR/45	150,0	480	6,50	257,0	150,4	480	24,30	1516,3



ности это еще заметнее. Однако такое сравнение не должно вводить в заблуждение: если умножить критерий  $U$  на отношение  $h/H$  для аэродромных самолетов, то с учетом невозможности их посадки на воду ( $h=0$ ) критерий  $U \cdot [h/H]$  становится нулем.

Ясно, что пытаться сравнивать по удельным грузоперевозкам оба типа самолетов бессмысленно, так как аэродромные самолеты никогда не могут садиться и взлетать с воды. Для гидросамолетов это сравнение полезно только для оценки направлений работы по их совершенствованию, и не более того.

2. Приведенная в докладе методика сравнения удельных возможностей грузоперевозок морскими самолетами (с посадкой, базированием и взлетом с водной поверхности) позволяет оценивать их транспортные возможности и технический уровень по отношению к достигнутому в гидроавиации.

Во-первых, закономерным является преимущество крупных гидросамолетов и амфибий (см. колонку  $\bar{k}$  и  $\bar{M}$  табл. 1).

Во-вторых, очевидно, что реактивные самолеты ТАНТК им. Г.М. Бериева послевоенного периода практически достигли верхней границы  $\bar{k}$ , т.е. отличаются максимальным техническим уровнем.

В-третьих, ясно, что увеличение высоты ветровой волны  $H$  в месте эксплуатации снижает удельные транспортные возможности морских самолетов (колонки  $\bar{M}$  табл. 1).

В-четвертых, очевидно, что в свете нынешнего роста волнения поверхности морей и океанов, происходящего вследствие потепления климата и других природных аномалий, становится более актуальной проблема инноваций конструкций летательных аппаратов для обеспечения повышения их мореходности в сравнении с существующими показателями [12].

Об этом практически на каждом научном форуме высказывались и продолжают высказываться специалисты ТАНТК им. Г.М. Бериева, приводя в качестве примера самолет вертикального взлета и посадки Р.Л. Бартини ВВА-14 [11] на поплавковых убирающихся ПВПУ.

Его расчетная мореходность по высоте ветровой волны составляла 12,8 м. Такой самолет способен работать в условиях засоренности и сильного волнения водной поверхности, которые, судя по все чаще возникающим катаклизмам в океане, делают его необходимым.

И, наконец, в-пятых, первым шагом в исследовании меняющихся параметров атмосферы и воды морей и океанов является патрульно-исследовательский высокомореходный гидросамолет типа предлагавшегося ТАНТК им. Г.М. Бериева [12].

В заключение вспомним об одном из факторов, связанных «с первенцем турбовинтовых самолетов мира» – самолетом SR/45 «Принцесса». Эта машина была создана британской фирмой «Саундерс-Ро» в 1952 году для длительных патрульных безопасных полетов над океанами. Но Вторая мировая война закончилась, и подобные военные «патрули» стали не нужны. Попытка приспособить SR-45 к пассажирским перевозкам потерпела фиаско из-за малой (480 км/час) крейсерской скорости полета. Вышедший на трассы британский пассажирский реактивный лайнер «Комета» с  $V=930$  км/час сразу же завоевал рынок, убив, по сути, SR/45. Сейчас же этот самолет с  $m_0=150$ т и сравнительно небольшой скоростью полета обеспечивал бы безопасное исследование океанов и атмосферы, а его мореходность (до 5 м летом) позволила бы довести вероятность летной эксплуатации до 0,9 летом [6].

### Литература

1. Авиация. Энциклопедия / Под ред. Г.П. Свищева. М.: Изд. ЦАГИ, 1994.
2. Томашевич Д.Л. Конструкция и экономика самолета. М.: Оборонгиз, 1960.
3. Бадягин А.А., Егер С.М., Мишин В.Ф., Склянский В.Ф., Фомин Н.А. Проектирование самолетов. М.: Машиностроение, 1972.
4. Казневский В.П. Роберт Людвигович Бартини. М.: Наука. 1997.
5. Фортинов Л.Г. Основы научно-статистического проектирования летательных аппаратов гидроавиации (ЛА ГА) на предварительном этапе / Отчет № 01-1991/ 2001-07-13. Таганрог: Изд. ТАНТК им. Г.М. Бериева, 2001.
6. Фортинов Л.Г. Основные гидросамолеты и самолеты-амфибии мира периода 1933–1997 гг. Таганрог: Изд. ТАНТК им. Г.М. Бериева, 1998.
7. Мышко И.Г., Шорин А.Н. Справочные данные по режиму ветров и волнения в океанах / Регистр Союза ССР. М.-Л.: Транспорт, 1965.
8. Кобзев В.А., Фортинов Л.Г. Предварительные изыскания на начальных этапах проектирования дозвуковых реактивных (с ДТРД) самолетов морской авиации взлетной массой от 10 до 5000 т/ РТМ-1-2-06). Таганрог: Изд. ТАНТК им. Г.М. Бериева, 2006 – 2007.
9. Фортинов Л.Г. Синтез облика летательных аппаратов гидроавиации и методология их комплексной оценки на начальных этапах проектирования. Таганрог: Изд. ТАНТК им. Г.М. Бериева, 2003.
10. Фортинов Л.Г. Комплексные критерии оценки транспортных возможностей дозвуковых летательных аппаратов / Первая европейская научно-



техническая конференция по аэрокосмическим наукам EUCASS-2005.

11. Удалов К.Г., Панатов Г.С., Фортинов Л.Г. Самолет ВВА-14. М.: Авико-пресс, 1994.

12. Кобзев В.А. Природные аномалии на планете Земля и гидроавиация // Полет. 2010. № 2.

### The Qualitative Analysis of Technological Level of Sea Planes of the Taganrog Aviation Scientific and Technical Complex of G.M. Beriyev of the 1934–1998 Period

R.N. Kovalyova, design engineer of the first category, senior teacher of department 109B of NRU MAI; Moscow

e-mail: churochkina@beriev.com

**Summary.** The qualitative analysis of parameters of the sea planes of the Taganrog aviation scientific and technical complex of G.M. Beriyev (TASTC of G.M. Beriyev) of the specified period in comparison with foreign analogs is presented in article. He demonstrates that domestic sea planes defined and continue to define limit of technological level in world hydroaviation. Besides, the mentioned methodology of the Taganrog aviation scientific and technical complex of G. M. Beriyev (TASTC of G. M. Beriyev) has allowed to find further the take-off mass of sea planes taking into account freight traffic and requirements for seaworthiness, and also to expect prototypes and analogs that it is an innovation for hydroaviation.

**Keywords:** hydroaviation, complex criterion, probability of flight operation, statistics, seaworthiness.

### References:

1. Svishev G.P. Aircraft. Encyclopedia. Publishing house of the Central aero hydrodynamic institute (CAHI). 1994. Moscow.
2. Tomashevich D.L. Design and economy of the plane. *Oborongiz*. 1960. Moscow.
3. Badyagin A.A., Eger S.M., Mishin V.F., Sklyanskiy V.F., Fomin N.A. Design of planes. Mechanical engineering. 1972. Moscow.
4. Kaznevskiy V.P. Robert Lyudvigovich Bartini. Science. 1997. Moscow.
5. Fortinov L.G. Bases of scientific and statistical design of aircraft of hydroaviation (A HA) at a preliminary stage. Report No. 01-1991/2001-07-13. Publishing house of Taganrog aviation scientific and technical complex of G. M. Beriyev (TASTC of G. M. Beriyev). 2001. Taganrog.
6. Fortinov L. G. Main seaplanes and amphibians of the world of the 1933 – 1997 period. Publishing house of TASTC of G. M. Beriyev. 1998. Taganrog.
7. Mishko I.G., Shorin A.N. Help data on the mode of winds and nervousness in oceans. *Register of USSR. Transport*. 1965. Moscow – Leningrad.
8. Kobzev V.A., Fortinov L.G. Preliminary researches at the initial stages of design subsonic jet (with DTRD) planes of sea aircraft with a take-off weight from 10 to 5000 t / PTM-1-2-06). Publishing house of Taganrog aviation scientific and technical complex of G. M. Beriyev (TASTC of G. M. Beriyev). 2006 – 2007. Taganrog.
9. Fortinov L.G. Synthesis of shape of aircraft of hydroaviation and methodology of their complex assessment at the initial stages of design. Publishing house of TASTC of G.M. Beriyev. 2003. Taganrog.
10. Fortinov L.G. Complex criteria for evaluation of transport opportunities of subsonic aircraft. *First European scientific and technical conference on space sciences of EUCASS-2005*.
11. Udalov K.G. Panatov G.S., Fortinov L.G. VVA-14 plane. *Aviko-press*. 1994. Moscow.
12. Kobzev V.A. Natural anomalies on the planet Earth and hydroaviation. *Flight*. 2010. No. 2.

## Основы альтернативной методологии проведения анализа рисков чрезвычайных ситуаций на транспорте

### А.В. Кузьмин

начальник организационно-аналитического отдела Управления ГИБДД МВД по Республике Татарстан; Республика Татарстан; г. Казань

e-mail: avkuzmin16@gmail.com

### В.Л. Романовский

к.т.н., профессор кафедры промышленной и экологической безопасности КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева; Республика Татарстан; г. Казань

**Аннотация.** В статье описываются основы альтернативного метода изучения аварийности на транспорте, основанного на результатах инновационного метода изучения причин и условий совершения единичного (каждого) дорожно-транспортного происшествия на стадии его оформления, выраженного в определении степени влияния на механизм совершения происшествия всех негативных факторов, условно разделенных на группы «среда», «техника», «человек». При современных подходах оформления дорожно-транспортного происшествия актуальность разрабатываемой методики высока. В статье это подтверждается кратким описанием существующих методов анализа аварийности, основными недостатками которых является узкая направленность. В основе представленной методики лежит графоанализ