

УДК 629.735.33:004.021

## РАЗРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ НА ОСНОВЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ИКАО

В.Д. ШАРОВ

**Статья представлена доктором технических наук, профессором Зубковым Б.В.**

В статье предлагается непосредственно использовать рекомендации РУБП ИКАО Doc. 9859 (3-е изд. 2013 г.) для расчета целевого и порогового уровней государственного показателя безопасности полетов. Приведены примеры расчета по данным 2011 г. и мониторинга текущего показателя в течение 2012 г.

На основе государственного показателя предлагается через «коэффициент соответствия» вывести пороговые (предельно допустимые) значения показателя «количество инцидентов на 1000 ч налета» для авиакомпании.

**Ключевые слова:** показатель безопасности полетов, целевой уровень, пороговый уровень.

### 1. Разработка государственного показателя уровня безопасности полетов

Необходимость государственного показателя безопасности полетов<sup>1</sup> и конкретного значения его приемлемого уровня, в том числе, и для разработки системы управления безопасностью полетов в авиапредприятиях (СУБП), очевидна. В соответствии с Приложением 19 ИКАО стандартом являются только требования установления государством в рамках Государственной программы БП (ГосПБП) приемлемого уровня. Для этого государство должно назначить показатели БП и установить их уровни.

Приложение 19 не конкретизирует, какие показатели нужно использовать в ГосПБП и в СУБП, какие методы расчета применять и как назначать целевые уровни.

Все конкретные рекомендации как для государства, так и для поставщиков обслуживания по вопросам показателей БП переместились в РУБП ИКАО [1]. Указано, что при разработке системы показателей и назначении целевых уровней государство должно использовать данные, собранные с помощью государственной системы Сбора и обработки данных по БП (*Safety data collection and processing system – SDCPS*). При этом, кроме целевого значения показателей, должны быть установлены и пороговые уровни – предельно допустимые значения показателя. Таким образом, предполагается определение некоторого допустимого интервала значений показателей БП.

РУБП-2013 рекомендует в качестве показателей БП в ГосПБП на начальном этапе использовать относительное число авиационных происшествий и инцидентов. Предлагается установить два вида показателей: показатели серьезных последствий (*High Consequence Indicators*) и показатели менее серьезных последствий (*Lower Consequence Indicators*). Эти понятия пришли на смену понятиям «Измерение уровня безопасности» (*Safety measurement*) и «Измерение характеристик безопасности» (*Safety performance measurement*), которые использовались в РУБП ИКАО, 2-е изд. 2009 г.

Для расчета показателя серьезных последствий в [1] рекомендуется использовать относительное число суммы авиационных происшествий (АП) и серьезных инцидентов на 1000 ч налета в месяц/квартал. Поскольку более удобным для практических расчетов для ГосПБП РФ представляется коэффициент «количество событий на 100000 ч», формула расчета имеет вид

<sup>1</sup> Для краткости используем термин «показатель безопасности полетов», а не «показатель эффективности обеспечения безопасности полетов», как принято в русском тексте [1], тем более что этот официальный перевод английского “safety performance indicator” представляется некорректным [2], да и в самом русском тексте [1] термин «показатель безопасности полетов» встречается (например, п. 4.3.5).

$$K_{Гос-i} = \frac{\sum (N_{АП} + N_{СИ})}{n_i} \times 100000, \quad (1)$$

где  $N_{АП}$ ,  $N_{СИ}$  – количество АП и серьезных инцидентов в государстве за определенный период соответственно;  $n_i$  – общий налет всех эксплуатантов государства за данный  $i$ -й период, ч.

В качестве целевого  $K_{Гос}^T$  уровня показателя для текущего года предлагается использовать среднее ежемесячное значение показателя за прошлый год, уменьшенное, например, на 5%, т.е.:  
- среднемесячное значение прошлого года

$$K_{Гос-ПГ} = \frac{\sum_{i=1}^{12} K_{Гос-i}}{12} \times 100000;$$

- целевой уровень на будущий год

$$K_{Гос} = K_{Гос-ПГ} \times 0,95. \quad (2)$$

Для расчета пороговых уровней в текущем году  $K_{Гос}^A$  в [1] предлагается использовать стандартные (среднеквадратические) отклонения показателей  $SD$  по результатам обработки ежемесячных показателей за прошлый год

$$SD = \frac{\sum_{i=1}^{12} (K_{Гос-i} - K_{Гос-ПГ})^2}{11}.$$

Предлагается назначать три уровня тревоги в текущем году

$$K_{Гос}^{A1} = K_{Гос}^T + SD, K_{Гос}^{A2} = K_{Гос}^T + 2SD, K_{Гос}^{A3} = K_{Гос}^T + 3SD. \quad (3)$$

Показатель менее значимых последствий в ГосПБП - это среднее количество замечаний по различным аудитам (государственным, SAFA) на один аудит. Рекомендаций по расчету целевых и пороговых уровней для этих показателей в документе нет.

Набор показателей серьезных и менее значимых последствий должен формироваться государственным органом с учетом особенностей авиационной системы государства. По мере развития ГосПБП могут использоваться показатели для событий с меньшими последствиями, менее серьезные отклонения и будут использоваться показатели и инструменты, используемые в технических системах, системах качества и надежности.

Показатели должны использоваться для сравнения по годам, периодически необходимо проводить ревизию системы показателей.

**Пример расчета уровней государственного показателя уровня БП на 2012 г. по данным 2011 г. и мониторинга показателя в 2012 г.**

Постановка задачи:

1) используя рекомендации ИКАО и данные по налету часов и событиям в 2011 г., рассчитать целевой государственный уровень БП и пороговые уровни для показателя серьезных последствий на 2012 г.;

2) по фактическим данным в 2012 г. рассчитывать ежемесячно значения этого показателя и строить график мониторинга.

В качестве исходных данных будем использовать официальные анализы БП Росавиации в 2011 г. и 2012 г. (далее – «Анализ 11» и «Анализ 12»).

Налет часов  $n$  в коммерческой авиации РФ за 2011 г. рассчитаем на основе Анализа 11 по известному числу АП (18) и относительному показателю количества АП на 100000 ч налета (0,69) как

$$n = \frac{18}{0,69} \cdot 100000 = 2608696.$$

Ввиду недоступности данных о налете по месяцам года примем условное распределение этого налета с учетом сезонных колебаний  $\pm 10\%$  от среднего ежемесячного налета, который составляет  $2608696/12=217391$  ч.

Распределение событий (АП и серьезных инцидентов - СИ) строим на основании Приложения к Анализу 11. Показатель выражаем в количестве событий на 100 000 ч (табл. 1).

**Таблица 1**

Расчет государственного ежемесячного показателя БП за 2011 г.

Месяц	$n, \text{ ч}$	АП	СИ	N	$K_{\text{Гос-и}}$
Январь	195652	1	0	1	0,51
Февраль	195652	0	0	0	0,00
Март	195652	1	3	4	2,04
Апрель	217391	0	3	3	1,38
Май	217391	1	3	4	1,84
Июнь	217391	2	4	6	2,76
Июль	239130	7	2	9	3,76
Август	239130	3	1	4	1,67
Сентябрь	239130	2	0	2	0,84
Октябрь	217391	0	2	2	0,92
Ноябрь	217391	0	2	2	0,92
Декабрь	217391	1	1	2	0,92
Итого	2608692			39	

По результатам расчета имеем среднее за 2011 г. значение  $K_{\text{Гос-III}}=1,46$  и стандартное отклонение  $SD=1,04$ .

Соответственно по формуле (2) при требовании 5% повышения уровня БП в следующем году, получаем целевой уровень БП текущего года

$$K_{\text{ГосI}}^T = 0,95 K_{\text{Гос-III}} = 0,95 \cdot 1,46 = 1,39,$$

и по формулам (3) рассчитываем пороговые уровни:

$$K_{\text{Гос}}^{A1} = 1,39 + 1,04 = 2,43; K_{\text{Гос}}^{A2} = 1,39 + 2,08 = 3,46; K_{\text{Гос}}^{A3} = 1,39 + 3,12 = 4,5.$$

По полученным данным строится экран мониторинга показателя БП (рис. 1) на следующий, 2012 г., на который наносится целевой уровень и пороговые уровни по принципу «светофора» (пунктирной линией нанесены данные за 2011 г.).

Результаты расчета фактических данных за 2012 г. на основании Анализа 12 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет государственных ежемесячных коэффициентов БП за 2012 г.

Месяц	n	АП	СИ	N	КБП
Январь	205882	0	3	3	1,46
Февраль	205882	0	2	2	0,97
Март	205882	0	1	1	0,49
Апрель	228758	1	1	2	0,87
Май	228758	0	1	1	0,44
Июнь	228758	3	4	7	3,06
Июль	251634	4	2	6	2,38
Август	251634	1	2	3	1,19
Сентябрь	251634	1	1	2	0,79
Октябрь	228758	1	4	5	2,19
Ноябрь	228758	2	0	3	1,31
Декабрь	228758	1	3	4	1,75
Итого	2745096				

Как видим, в 2012 г. дважды был превышен первый пороговый уровень и один раз (в июле) – второй уровень.

## 2. Разработка показателя безопасности полетов в авиакомпании

В соответствии с рекомендациями ИКАО поставщики обслуживания должны в рамках СУБП разработать показатели БП, их целевые и пороговые уровни, которые должны быть выбраны и разработаны в ходе консультаций с регламентирующими органами поставщика обслуживания, чтобы облегчить обобщение и гармонизацию показателей для того же сектора отрасли.

Очевидно, что показатели и уровни БП авиакомпании должны в определенной степени соответствовать принятым показателям и уровням, принятым в государстве.

Государство устанавливает процедуру согласования и утверждения набора показателей БП поставщика услуг с учетом размеров и уровня сложности организации.

При этом утверждение приемлемых уровней безопасности поставщиков обслуживания в государственной программе относится к управлению риском на уровне государства, а мониторинг характеристик и показателей в СУБП каждого поставщика обслуживания является частью обеспечения БП (но правильнее сказать – «подтверждения уровня БП» – *safety assurance* [2]).

Необходимо признать, что в настоящее время в РФ:

- отсутствуют государственные показатели БП, и соответственно их целевые уровни и пороговые уровни;
- по-разному оценивают роль и место показателей уровня БП, в том числе статистических, в СУБП поставщиков обслуживания;
- нет общепринятой методики по расчету показателя для оперативной оценки текущего уровня БП в авиакомпании.

Показатель уровня БП должен быть понятным и легко рассчитываемым. Он должен быть и легко проверяемым, а для этого единое (общее) правило должно основываться на данных о состоянии БП, которые обязаны сообщать государственным надзорным органам все АК. В настоящее время перечень этих сообщений включает, кроме АП, также и другие авиационные события – инциденты и производственные происшествия. При всех известных недостатках ПРАПИ-98 эти данные являются в определенной степени объективной характеристикой уровня БП в АК.

Обычно производственные происшествия выделяют в отдельную статистику, эти АС имеют свою специфику и расследуются иначе. При расчетах показателя уровня БП предлагается учитывать только инциденты. Из опыта известно также, что для АК более удобно относить количество событий к 1000 ч налета.

Поэтому в качестве объективного (официального) показателя уровня БП в АК предлагается использовать показатель  $K_{AK}$ , основанный на статистике инцидентов в АК

$$K_{AK} = \frac{\sum N_{AK}^{IH}}{m} \times 1000, \quad (4)$$

где  $N_{AK}^{IH}$  – количество инцидентов в АК за определенный период.

Предлагается установить приемлемые уровни БП в авиакомпании, используя государственные уровни, описанные выше. Для этого нужно установить соответствие между допустимыми уровнями государственного показателя  $K_{Гос}$  и показателем  $K_{AK}$  посредством ввода «коэффициента соответствия», как предлагается в монографии [3]

$$\eta = \frac{N_{Гос}^{IH}}{N_{Гос}^{(АП+СИ)}}, \quad (5)$$

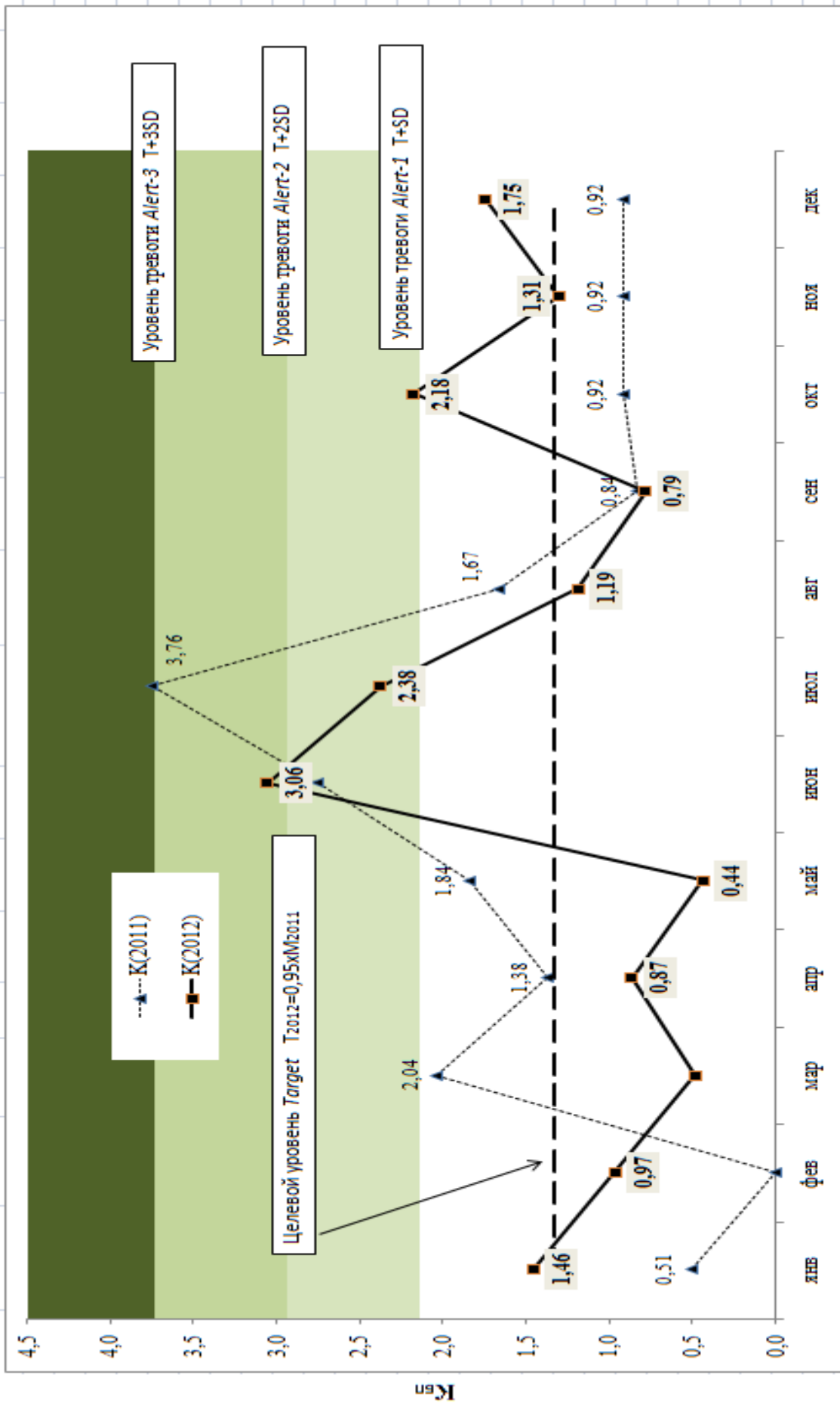
где  $N_{Гос}^{IH}$  – количество инцидентов в государстве;  $N_{Гос}^{(АП+СИ)}$  – суммарное количество АП и СИ в ГА государства за определенный период времени.

Подход к расчету величины  $\eta$  требует отдельного рассмотрения.

Часто при оценке величины  $\eta$  используют так называемое «Правило 1:600», приведенное в РУБП ИКАО, 1-е изд. 2006 г. иногда даже говорят об универсальном характере этого правила. На самом деле приведенная там пирамида относилась по английскому тексту этого документа к “*industrial safety*”, т.е. к вопросам охраны труда, причем по статистике далекого 1969 г., а «состояние безопасности в авиационной отрасли» появилось при переводе. Во втором и третьем изданиях РУБП ИКАО этого рисунка нет.

Также по тексту РУБП, как и других технических руководств ИКАО, термины “*incident*” и “*accident*” не всегда соответствуют терминам «инцидент» и «авиационное происшествие» в смысле ПРАПИ-98 и Приложения 13 ИКАО.

Учитывая разные оценки  $\eta$  и имеющиеся расхождения в понимании видов событий, представляется более правильным использовать статистику авиации РФ (табл. 3 и 4).



**Рис.1.** Экран ежемесячного мониторинга государственного показателя уровня БП коммерческой авиации РФ в 2012 г. – (показатель - суммарное количество АП и серьезных инцидентов на 100 000 ч полета)

Таблица 3

## Статистика АП и инцидентов в коммерческой ГА РФ

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Всего
АП	17	12	6	11	13	9	12	18	14	112
Катастрофа	6	7	5	2	8	6	5	10	7	56
Авария	11	5	1	9	5	3	7	8	7	56
Все инциденты	811	757	743	733	719	706	753	810	884	6916
СИ	39	25	33	19	16	16	33	23	25	229
Инциденты	772	732	710	714	703	690	720	787	859	6687
АП+СИ	56	37	39	30	29	25	45	41	39	341

Таблица 4

## Фактические соотношения авиационных событий в коммерческой ГА РФ

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	9 лет
Катастрофы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Аварии	2	1	0,2	5	1	1	1	1	1	1
СИ	7	4	7	10	2	3	7	2	4	4
Инциденты	129	105	142	357	88	115	144	79	123	119

Результаты расчета коэффициентов соответствия  $\eta$  для коммерческой авиации РФ по данным Росавиации за 9 лет сведены в табл. 5.

Таблица 5

## Расчетные значения коэффициентов соответствия

Год	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	9 лет
Коэффициент $\eta$	47,7	63,1	123,8	66,6	55,3	78,4	62,8	45,0	63,1	61,8

Пороговые уровни для авиакомпании рассчитываются как

$$K_{AK}^A = \frac{K_{Гос}^A}{100} \eta. \quad (6)$$

С использованием результатов п. 1 при коэффициенте соответствия за 2011 г.  $\eta=45$  расчет по формуле (6) дает следующие пороговые уровни для авиакомпании:

- пороговый уровень 1 – «желтый» – 1,09;
- пороговый уровень 2 – «красный» – 1,56.

Показатели менее значимых событий и их пороговые уровни авиакомпания разрабатывает самостоятельно для «внутреннего потребления» по тем же рекомендациям ИКАО аналогично приведенному в п. 1 методу расчета государственного показателя и уровней – на основе фактических результатов работы авиакомпании с учетом планируемого повышения уровня БП.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Doc 9859-AN/460.** Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). - 3-е изд. - Монреаль: ИКАО, 2013.

2. **Шаров В.Д.** О некоторых проблемах понимания терминов, относящихся к управлению безопасностью полетов. Проблемы БП.

3. **Зубков Б.В., Шаров В.Д.** Теория и практика определения рисков в авиапредприятиях при разработке системы управления безопасностью полетов. - М.: МГТУ ГА, 2010.

**DEVELOPING SAFETY INDICATORS ON THE BASIS OF THE ICAO RECOMMENDATIONS****Sharov V.D.**

The article offers direct use of the recommendations of SMM ICAO Doc.9859, 3rd ed. 2013, for calculation the target and alert levels of safety indicators. Examples of calculation based on data of 2011 and monitoring of the current indicators during 2012 are presented.

Safety indicators for airlines in terms of “numbers of incidents per 1000 flight hours” could be calculated on the basis of the state values through the «coefficient of conformity».

**Key words:** safety indicator, target level of safety, alert level.

**Сведения об авторе**

**Шаров Валерий Дмитриевич**, 1955 г.р., окончил Академию ГА (1977), кандидат технических наук, начальник инспекции по безопасности полетов ЗАО «Авиакомпания «Меридиан», автор более 80 научных работ, область научных интересов – безопасность полетов, аэронавигация.