

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗЕРВОВ ВНИМАНИЯ ЛЕТЧИКА В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ НА АВИАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

д. т. н., проф. *Ю. А. Кукушкин*, к. м. н. *Э. А. Козловский*
(Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины
Минобороны России),
к. т. н. *А. В. Пономаренко* (ФГУП «РСК «МиГ»),
д. т. н., проф. *А. Г. Гузий* (ВВИА им. Н. Е. Жуковского)

Предлагается научно обоснованное, методически и алгоритмически обеспеченное объективное оценивание резервов внимания летчика, предназначенное для использования в процессе тренажерной подготовки летного состава и направленное на целевое расширение возможностей летчика по решению дополнительной задачи в процессе пилотирования. Приведена аппаратно-программная реализация автоматизированного оценивания резервов внимания летчика, описаны: алгоритм получения оценки внимания летчика и алгоритмы работы с аппаратно-программным комплексом «Резервы». Имеет большое значение для повышения функциональной надежности летчика при усложнении условий полета, в аварийных и катастрофических ситуациях.

С развитием авиационной техники и совершенствованием способов ее применения достижение летчиком высокого профессионального мастерства становится все более сложной и дорогостоящей задачей. Это связано с увеличением объема требуемых для успешной деятельности профессиональных знаний и необходимостью выработки, закрепления и постоянного совершенствования навыков в технике пилотирования в сложных условиях полета, в работе с современными бортовыми авиационными комплексами.

Возможность обучения на реальной технике сложным видам полета ограничена и зависит от наличия достаточного количества учебных самолетов соответствующих типов, их технического состояния, обеспеченности горюче-смазочными материалами, метеоусловий и др.

По данным зарубежной печати время обучения на тренажерах неуклонно возрастает, а время учебных полетов на самолетах уменьшается. Один час «полета» на тренажере обходится примерно в 5-20 раз дешевле, чем на соответствующем самолете. Все большее распространение получают концепции «полной подготовки» и «программированного» обучения летного состава на тренажерах [1, 2]. Установлено, что летчики, регулярно тренировавшиеся на тренажере, быстрее начинают совершать самостоятельные полеты, качество их пилотирования достоверно выше, чем у летчиков, не освоивших задание на тренажере [3, 5].

Процесс тренировки сопровождается повышением качества профессиональной деятельности и оптимизацией нервно-эмоциональных реакций летчика. Оценка уровня тренированности летчика только по успешности выполнения задания (по конечному результату) не всегда достоверна. Известно, что высокая оценка может быть достигнута высокомотивированным специалистом за счет волевых усилий, чрезмерного напряжения сил, работы на пределе психофизиологических возможностей организма, на грани срыва, который может наступить так внезапно, что его невозможно спрогнозировать, если контролировать только объем, количество, качество и время выполнения операций, количество и характер допускаемых ошибок. Естественно, что при этом надежность профессиональной деятельности человека может оказаться довольно низкой, особенно при усложнении условий, в которых выполняется задание: при усложнении условий полета функциональная надежность члена экипажа резко снижается (более, чем в 60% случаев действия члена экипажа оказываются ненадежными) [6, 7]. Характерно, что в процессе практического обучения стабилизация психофизиологических показателей наступает несколько позже, чем показателей качества деятельности [3, 4]. Последнее имеет принципиальное и решающее значение при определении необходимого объема тренировок, т.е.

при оценке уровня обученности летчика. Надежность деятельности значительно повышается, когда результаты выполнения упражнения становятся стабильными, а уровень физиологических реакций соответствует сложности выполняемой задачи [8].

Концепция построения системы психофизиологической оценки подготовленности летчика на тренажерах определяет комплекс характеристик, который следует использовать для повышения объективизации самой оценки. Этот комплекс должен включать характеристики:

- эффективности выполнения полетного задания;
- степени нервно-эмоционального напряжения;
- резервных возможностей летчика.

Показатели нервно-эмоционального напряжения являются важными, но косвенными показателями подготовленности летчика. Основными (прямыми) являются показатели эффективности деятельности. Поэтому было бы ошибкой забывать о приоритетности регистрируемых профессиональных показателей при оценке подготовленности летчика. В то же время общий уровень его подготовки определяется не только качеством техники пилотирования, но и способностью в процессе пилотирования решать и выполнять дополнительные задачи, что имеет большое значение, прежде всего, для оценки надежности деятельности летчика при усложнении условий полета и возникновении аварийных ситуаций [6].

Возможность выполнения дополнительной задачи определяется уровнем резервных возможностей летчика по отвлечению внимания от выполнения основной задачи, что в первую очередь зависит от навыков перераспределения внимания, от широты оперативного поля зрения летчика. О резервных возможностях свидетельствует объем дополнительной информации, которую способен переработать летчик в процессе выполнения различных элементов полета. Количественная характеристика деятельности летчика по переработке этой информации является показателем резервов его внимания и может быть использована для оценки уровня тренированности.

Летчик, выполняя полетное задание на тренажере, решает дополнительную задачу по методике «Резервы внимания» (**но не в ущерб качеству выполнения основной задачи пилотирования**). В этом смысл определения резервов внимания (остаточного внимания), на что **должно быть указано летчику перед полетом**.

Тренировки в выполнении дополнительной задачи в процессе пилотирования являются эффективным средством совершенствования структуры распределения и переключения внимания летчика, расширения его оперативного поля зрения. Методика определения резервов внимания выполняет в этом случае двоякую функцию:

- способствует тренировке летчиков в распределении и переключении внимания, расширению оперативного поля зрения;
- служит контрольным тестом для определения уровня тренированности.

Динамический контроль резервов внимания, осуществляемый совместно с контролем эффективности деятельности, позволяет полнее оценить уровень подготовленности летчика.

Аппаратно-программный комплекс автоматизированной оценки резервов внимания летчика

Работа по методике «Резервы внимания» и оценивание результата ее выполнения осуществляется с помощью разработанного нами аппаратно-программного комплекса (АПК) «Резервы» [9].

В состав аппаратных средств АПК «Резервы» (рис. 1) входят:

- табло (1);
- пульт управления (2);
- ПЭВМ (3).

Табло предназначено для предъявления летчику цветовой (программа № 1) и цифровой (программа № 2) информации.

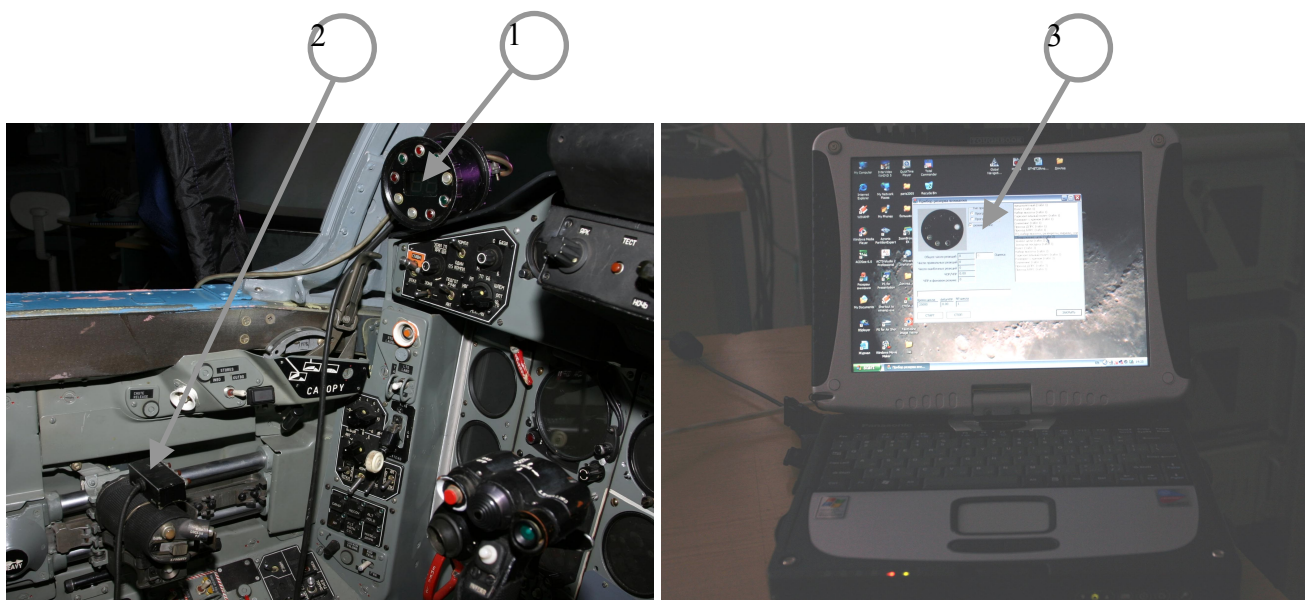


Рис. 1. Состав технических средств АПК «Резервы»

По окружности лицевой панели табло расположено 9 сигнальных ламп (по 3 желтого, зеленого и красного цвета), а в центре – прямоугольное окно, в котором высвечивается цифровая информация (двузначные числа - от 10 до 99) (рис. 2).

Пульт управления предназначен для реализации управляющих действий летчика (реакции выбора) на информацию, отображаемую на табло. На корпусе пульта расположены три кнопки. Каждая кнопка служит для выключения лампочек определенного цвета (программа № 1). При нажатии кнопки, соответствующей цвету включенной лампы, производится ее отключение, после чего по случайному закону включается очередная лампа и т.д.

Когда осуществляется работа по программе № 2, используется две из трех кнопок - «чет» или «нечет». В этом режиме работы нажатие кнопки, соответствующей правильной идентификации четности или нечетности суммы двух цифр, предъявляемых в прямоугольном окне табло, приводит к сбросу информации и появлению нового двузначного числа.

ПЭВМ предназначена для:

- формирования управляющих команд включения лампочек на табло (по случайному закону) или предъявления двузначных чисел;
- определения правильности реагирования летчика на предъявляемую информацию;
- фиксации продолжительности этапов полета;
- автоматизированного оценивания резервных возможностей летчика по переработке информации.

Табло устанавливается в кабине летчика (рис. 1) над приборной панелью с левой стороны на расстоянии примерно 40 см от ее центра. Пульт управления крепится к ручке управления двигателем.



Рис. 2. Табло АПК «Резервы» (а – программа № 1, б – программа № 2)

Алгоритм получения оценки резервов внимания летчика

Для каждого вида профессиональной деятельности существует определенный оптимум эмоционального напряжения, который определяется содержанием и условиями выполнения конкретных заданий и отражает адекватное решаемой задаче состояние физиологических систем организма. При анализе психофизиологических реакций человека на воздействие фактора любой природы – психологической, физической, химической и т.п., необходимо знать исходные значения показателей, по которым оценивается эта реакция. В результате выполненных нами исследований, в которых проводилось измерение количества безошибочных реакций летчика при выполнении дополнительной задачи (простой сенсомоторной реакции с выбором) до и во время полета на авиационном тренажере (объем выборки - 2007 тренировок с участием 270 летчиков), было установлено, что зависимость между ними статистически достоверно можно описать линейной регрессией:

$$\hat{U}_{iэм} = aU_{iфон} + b,$$

где $U_{iфон}$ - число правильных ответных реакций за 1 мин, зарегистрированное у i – го летчика в исходном состоянии (фоне);

$\hat{U}_{iэм}$ – предсказанное по уравнению регрессии число правильных ответных реакций за 1 мин при выполнении дополнительной задачи i -м летчиком на этапе полета.

Коэффициенты a и b определялись методом наименьших квадратов по массиву данных, зарегистрированному у летчиков с разным уровнем подготовки в фоне ($U_{iфон}$) и при выполнении анализируемого этапа полета ($U_{iэм}$).

Для нахождения критериальных значений резерва внимания летчика на элементах полета необходимо, после того как найдено уравнение регрессии, определить остаточное среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma_{ост} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{U}_{iэм} - U_{iэм})^2 / (n - 2)},$$

где n – объем выборки, по которой определялись коэффициенты уравнения регрессии.

Затем, используя уравнение регрессии и $\sigma_{ост}$, построить порядковую шкалу оценок резервов внимания летчика.

Соответствие значений измеряемых параметров $U_{iэм}$ порядковой шкале оценок определяется правилами (отношениями), заданными в конъюнктивной форме (табл. 1).

Таблица 1

Правила перевода значений $U_{iэм}$ в порядковую шкалу оценок

Если	то оценка
$U_{iэм} \geq (aU_{iфон} + b + \sigma_{ост})$	5
$[U_{iэм} < (aU_{iфон} + b + \sigma_{ост})] \wedge [U_{iэм} \geq (aU_{iфон} + b)]$	4
$[U_{iэм} < (aU_{iфон} + b)] \wedge [U_{iэм} \geq (aU_{iфон} - \sigma_{ост})]$	3
$U_{iэм} < (aU_{iфон} + b - \sigma_{ост})$	2

В качестве примера на рис. 3 показаны построенные по этим правилам нормативные границы $U_{\text{эт}}$ в зависимости от $U_{\text{фон}}$. Верхняя граница соответствует выражению $U_{\text{эт}}=aU_{\text{фон}}+b+\sigma_{\text{ост}}$, средняя - $U_{\text{эт}}=aU_{\text{фон}}+b$, нижняя - $U_{\text{эт}}=aU_{\text{фон}}+b-\sigma_{\text{ост}}$.

Используя данные исследований, были определены коэффициенты представленных выше регрессионных уравнений и остаточные среднеквадратические отклонения для ряда режимов полета. Эти уравнения представлены в табл. 2. Кроме того, в табл. 2 приведены значения коэффициентов детерминации (квадратов коэффициентов корреляции) R^2 и соответствующие им уровни значимости - p (вероятность отвержения нулевой гипотезы, если она верна), которые отражают статистическую существенность уравнений.

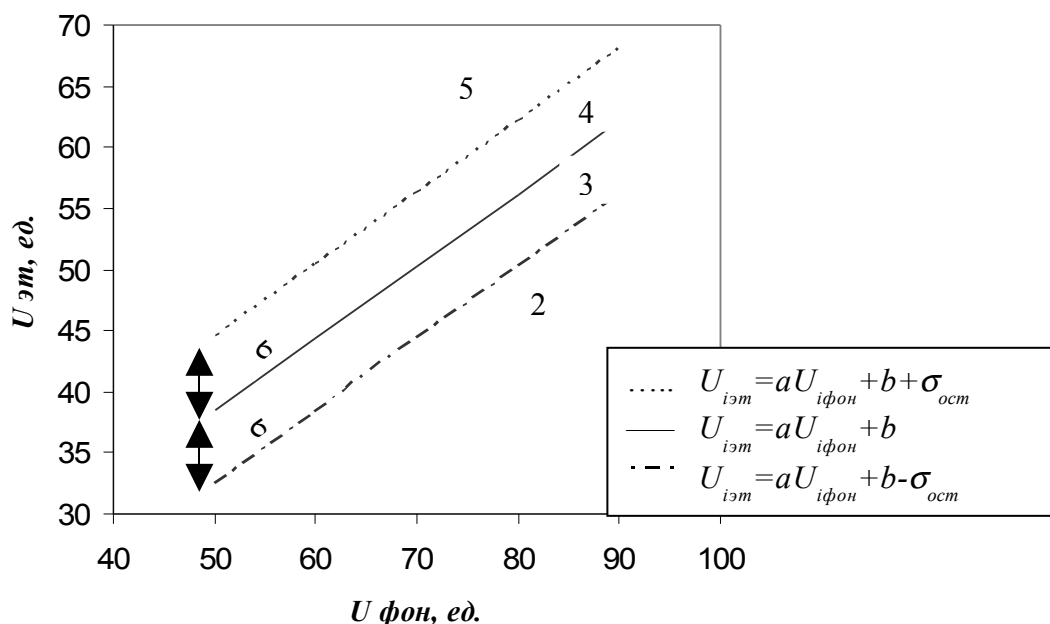


Рис. 3. Нормативные границы количества правильных реакций при работе по методике «Резервы внимания»

По оси абсцисс – число правильных реакций при работе по методике в исходном состоянии (фоне). По оси ординат - число правильных реакций при работе по методике на этапе полета.

Таблица 2

Аналитические зависимости числа правильных реакций летчика при работе с АПК «Резервы» ($ЧПР_{\text{эт}}$) на этапах полета от фоновых значений ($ЧПР_{\text{фон}}$)

Этап полета	Уравнение регрессии	$\sigma_{\text{ост}}$	R^2	p
Горизонтальный полет, набор высоты развороты, виражи, снижение	$ЧПР_{\text{эт}}=0,59ЧПР_{\text{фон}}+9$	6,0	0,76	<0,01
Обнаружение цели	$ЧПР_{\text{эт}}=0,43ЧПР_{\text{фон}}+9,9$	6,8	0,73	<0,01
Захват цели	$ЧПР_{\text{эт}}=0,37ЧПР_{\text{фон}}+2,6$	7,6	0,65	<0,01
Заход на посадку	$ЧПР_{\text{эт}}=0,26ЧПР_{\text{фон}}+9,4$	7,4	0,66	<0,01

Воспользовавшись правилами перевода показателя числа правильных реакций летчика на этапе полета ($U_{\text{эт}}$) в порядковую шкалу оценок (табл. 1) и уравнениями регрессии (табл. 2), можно записать эти правила для различных этапов полета (табл. 3).

Итоговая балльная оценка резервов внимания летчика привязана к принятой в авиации шкале эффективности выполнения полетного задания и является основной для получения психофизиологической оценки его подготовленности на авиационном тренажере. Однако она достаточно груба (всего 4 градации), что не позволяет детально проследить динамику становления летного навыка в процессе тренажерной подготовки, установить причины снижения резерва внимания летчика и интерпретировать полученную оценку. В связи с этим инструктору необходимо иметь информацию и о других показателях, характеризующих структурные компоненты резервов внимания. В состав этих показателей помимо ЧПР_{эт} должны входить:

- число ответных реакций летчика на тестовые сигналы (число нажатий на кнопки) за 1 мин – ЧР_{эт};
- число ошибочных ответных реакций (число нажатий кнопок, не соответствующих предъявляемому цвету или сумме цифр) за 1 мин – ЧОР_{эт};
- отношение ЧОР_{эт}/ЧПР_{эт};
- показатель резервов внимания (РВ) в %, $РВ_{эт} = (ЧПР_{эт} / ЧПР_{фон}) \times 100$.

Работа по методике «Резервы внимания» на авиационном тренажере осуществляется в двух режимах:

- режим ознакомления с методикой;
- режим выполнения полетного задания на авиационном тренажере.

Таблица 3

Логические функции, используемые для определения оценки (в баллах) результата работы по методике «Резервы внимания»

Оценка	Этапы полета			
	ГП, набор высоты развороты, виражи, снижение	Обнаружение цели	Захват цели	Заход на посадку
Отлично (5)	$ЧПР_{эт} \geq 0,59 ЧПР_{фон} + 15$	$ЧПР_{эт} \geq 0,43 ЧПР_{фон} + 16,7$	$ЧПР_{эт} \geq 0,37 ЧПР_{фон} + 10,2$	$ЧПР_{эт} \geq 0,26 ЧПР_{фон} + 16,8$
Хорошо (4)	$[ЧПР_{эт} < (0,59 ЧПР_{фон} + 15)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,59 ЧПР_{фон} + 9)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,43 ЧПР_{фон} + 15)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,43 ЧПР_{фон} + 9,9)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,37 ЧПР_{фон} + 10,2)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,37 ЧПР_{фон} + 2,6)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,26 ЧПР_{фон} + 16,8)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,26 ЧПР_{фон} + 9,4)]$
Удовлетворительно (3)	$[ЧПР_{эт} < (0,59 ЧПР_{фон} + 9)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,59 ЧПР_{фон} + 3)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,43 ЧПР_{фон} + 9,9)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,43 ЧПР_{фон} + 3,1)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,37 ЧПР_{фон} + 2,6)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,37 ЧПР_{фон} - 5,0)]$	$[ЧПР_{эт} < (0,26 ЧПР_{фон} + 9,4)] \wedge [ЧПР_{эт} \geq (0,37 ЧПР_{фон} - 2,0)]$
Неудовлетворительно (2)	$ЧПР_{эт} < (0,59 ЧПР_{фон} + 3)$	$ЧПР_{эт} < (0,43 ЧПР_{фон} + 3,1)$	$ЧПР_{эт} < (0,37 ЧПР_{фон} - 5,0)$	$ЧПР_{эт} < (0,26 ЧПР_{фон} - 2,0)$

Алгоритм работы с АПК «Резервы» в режиме ознакомления с методикой «Резервы внимания»

1. Летчик занимает рабочее место в кабине тренажера. По команде инструктора запускается таймер и от генератора случайных чисел на табло АПК «Резервы» от ПЭВМ подается сигнал на включение одного из 9 источников света (программа № 1) или в центральном окне табло появляется двузначное число (программа № 2).

2. Источник излучает свет до момента нажатия летчиком на пульте АПК «Резервы» одной из кнопок выбора цветового сигнала (программа № 1) - зеленого, красного, желтого, или кнопки выбора четности или нечетности суммы двух предъявляемых цифр (программа № 2). Нажатие любой из этих кнопок (кроме ошибочного нажатия, то есть не соответствующего отображаемому цвету или правильному определению четности - нечетности суммы двух предъявляемых цифр) является сигналом на выключение светящегося источника света и на включение по сигналу от генератора случайных чисел одного из 9 источников света (программа № 1) или нового двузначного числа (программа № 2).

3. Фиксируются события:

- наличие ответной реакции (нажатие кнопки на пульте АПК «Резервы»);
- истинность ответной реакции (нажатие кнопки, соответствующей предъявляемому цвету или четности - нечетности суммы двух цифр).

4. По завершению одной минуты с момента подачи команды инструктора на работу по методике «Резервы внимания» включение тестовых сигналов прекращается.

5. Производится определение следующих показателей:

- число ответных реакций летчика на тестовые сигналы (число нажатий на кнопки) за 1 мин – ЧР;
- число правильных ответных реакций (число нажатий кнопок, соответствующих предъявляемому цвету или сумме цифр) за 1 мин – ЧПР;
- число ошибочных ответных реакций (число нажатий кнопок, не соответствующих предъявляемому цвету или сумме цифр) за 1 мин – ЧОР;
- отношение ЧОР/ЧПР.

6. Производится сравнение полученных и нормативных значений ЧПР и ЧОР/ЧПР.

Нормативными оценками являются [3]:

- ЧПР \geq 50;
- ЧОР/ЧПР \leq 0,1.

Эти оценки не зависят от программы работы (программа № 1 или программа № 2).

7. В зависимости от того, какие условия п. 6 не выполняются, формируются заставки, представленные в табл. 4.

Таблица 4

Алгоритм перевода количественных значений показателей резерва внимания летчика в шкалу наименований

ЕСЛИ	ТО ФОРМИРУЕТСЯ ЗАСТАВКА
ЧПР<50	«ЧПР не соответствует нормативному значению» «Продолжить ознакомительную тренировку»
ЧОР/ЧПР>0,1	«Отношение ЧОР/ЧПР не соответствует нормативному значению» «Продолжить ознакомительную тренировку»
(ЧПР<50) \wedge (ЧОР/ЧПР>0,1)	«Значения показателей ЧПР и ЧОР/ЧПР не соответствуют нормативным значениям», «Продолжить ознакомительную тренировку»
(ЧПР \geq 50) \wedge (ЧОР/ЧПР \leq 0,1)	«Показатели резервов внимания в норме»

Если в течение 5 минутной тренировки хотя бы одно из условий п. 6 не выполняется, формируется заставка «Показатели резервов внимания не соответствуют нормативным значениям».

8. На пульт инструктора (экран дисплея ПЭВМ) выдается следующая информация:

- число ответных реакций (ЧР);
- число правильных ответных реакций (ЧПР);
- число ошибочных ответных реакций (ЧОР);
- отношение ЧОР/ЧПР;
- соответствующие информационные заставки (см. п. 7) в зависимости от соответствия результатов работы летчика по методике «Резервы внимания» нормативным значениям, указанным в п. 6.

Эта информация сохраняется в базе данных.

9. Количество ознакомительных тренировок должно находиться в пределах 3 - 5 даже в том случае, когда выполняются условия п. 6. Тренировки прекращаются, если выполняются условия п. 6 и значения ЧПР двух смежных одномоментных тренировочных циклов отличаются не более чем на 5% ($|\text{ЧПР}_i - \text{ЧПР}_{i+1}| / \text{ЧПР}_i \leq 0,05$). В качестве фонового значения ($\text{ЧПР}_{\text{фон}}$) выбирается среднее значение ЧПР по двум смежным тренировочным циклам, для которых выполняется условия п. 6 и значение ЧПР отличается не более чем на 5%. Информация о выполнении этого условия также должна выдаваться на пульт инструктора, начиная со второй тренировки в виде заставки «Различия ЧПР в тренировочных циклах не превышают 5%. Стабильное выполнение задания».

Алгоритм работы с АПК «Резервы» при выполнении полетного задания на авиационном тренажере

1. Летчик перед выполнением полетного задания работает по методике «Резервы внимания» в соответствии с п.п. 1...5 алгоритма ознакомления с методикой «Резервы внимания» (программа № 1 или программа № 2).

2. При выполнении полетного задания по команде инструктора, сигнализирующей о начале этапа полета, на котором необходимо оценить резервы внимания летчика, запускается таймер и от генератора случайных чисел на табло АПК «Резервы» подается сигнал запуска программы № 1 или программы № 2 (работа с цветовыми сигналами или двузначными цифрами).

3. Выполняются п. 2 и п. 3 алгоритма оценки резервов внимания летчика в режиме ознакомления с методикой «Резервы внимания» (программа № 1 или программа № 2).

4. По завершению выполнения этапа полета по команде инструктора выдача сигналов на табло АПК «Резервы» прекращается.

5. Определяется длительность этапа в минутах, как временной интервал между командами инструктора о начале и завершении этапа.

6. Производится определение следующих показателей:

- число ответных реакций за 1 мин – $\text{ЧР}_{\text{эм}} = \text{ЧР}_{\text{эмТ}} / \text{T}_{\text{эм}}$, где $\text{ЧР}_{\text{эмТ}}$, $\text{T}_{\text{эм}}$ – соответственно число ответных реакций летчика за этап полета и длительность этапа в мин;

- число правильных ответных реакций за 1 мин – $\text{ЧПР}_{\text{эм}} = \text{ЧПР}_{\text{эмТ}} / \text{T}_{\text{эм}}$, где $\text{ЧПР}_{\text{эмТ}}$ - число правильных ответных реакций летчика за этап полета;

- число ошибочных ответных реакций за 1 мин – $\text{ЧОР}_{\text{эм}} = \text{ЧР}_{\text{эмТ}} - \text{ЧПР}_{\text{эмТ}}$;

- отношение $\text{ЧОР}_{\text{эм}} / \text{ЧПР}_{\text{эм}}$;

- показатель резервов внимания (РВ) в %; $\text{РВ}_{\text{эм}} = (\text{ЧПР}_{\text{эм}} / \text{ЧПР}_{\text{фон}}) \times 100$, где $\text{ЧПР}_{\text{фон}}$ - число правильных ответных реакций за 1 мин при работе по методике «Резервы внимания» в фоновом (предполетном) обследовании (см. п.п. 3, 4).

7. По значению показателя $\text{ЧПР}_{\text{эм}}$ определяется оценка (в баллах) результата работы по методике «Резервы внимания» в процессе выполнения этапа полетного задания на тренажере. Логические функции, используемые для определения оценки результата работы по методике «Резервы внимания» в процессе выполнения этапа полетного задания на тренажере представлены в табл. 3.

8. На пульт инструктора выдается информация о значениях показателей, указанных в п.п. 6 и 7. Эта информация хранится в базе данных, и используется для контроля динамики резервов внимания летчика в тренировочном цикле.

Работа по методике «Резервы внимания» осуществляется с помощью диалогового окна, вид которого представлен на рис. 4.

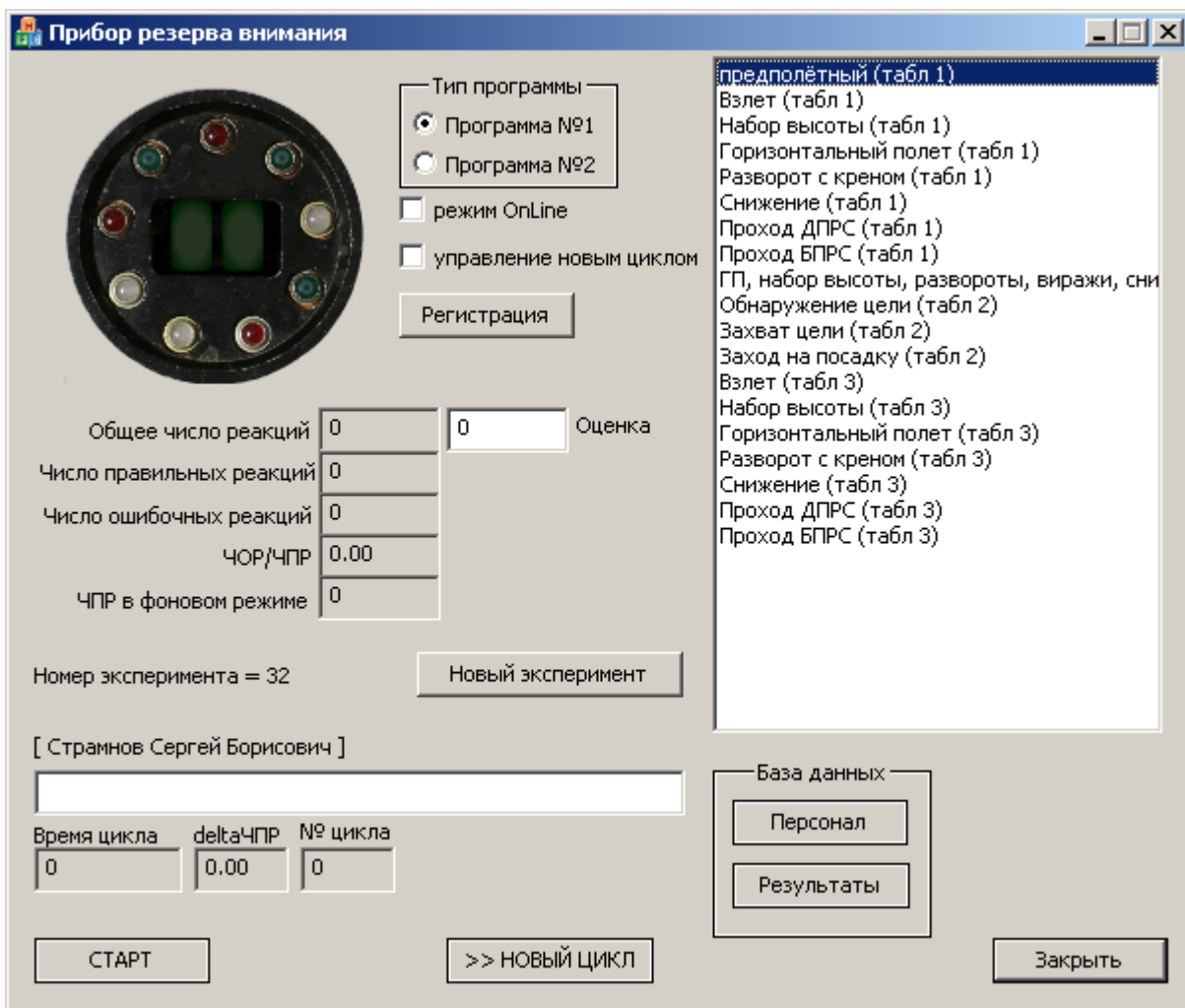


Рис. 4. Диалоговое окно при работе с методикой «Резервы внимания»

Заключение

Практическое использование АПК «Резервы» и методики «Резервы внимания» при проведении тренажерной подготовки летного состава в ходе переучивания на новую технику и обучения курсантов авиационных училищ показало их высокую эффективность, выразившуюся в повышении надежных характеристик пространственной ориентировки летчиков в полете на самолете, о чем свидетельствуют:

- уменьшение времени принятия решения на продолжение полета при опознании отклонений параметров от требуемых значений в процессе сложного пилотажа - в 1,8 раза, а при выводе из сложного положения - в 2,3 раза;
- увеличение времени контроля внекабинного пространства на сложном пилотаже - в 2,8 раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 06-08-01518

Литература

1. Ворона А. А., Гандер Д. В., Пономаренко В. А. Психолого-педагогические основы профессиональной подготовки летного состава – М.: МАЧАК, 2000. – 340 с.
2. Ворона А. А., Гандер Д. В., Пономаренко В. А. Теория и практика психологического обеспечения летного труда – М.: Воениздат, 2003. – 278 с.
3. Жерनावков В. Ф., Козловский Э. А. Психофизиологическая оценка подготовленности летчика на пилотажных тренажерах / Под ред. В. А. Бодрова. - М.: Воениздат, 1981. – 55 с.

4. *Кукушкин Ю. А., Богомолов А. В.* Методика синтеза показателя психофизиологического напряжения оператора // *Медицинская техника.* - 2001. - № 4. - С. 29- 33.
5. *Мельник С. Г.* Методы психофизиологической оценки деятельности летчика на авиационном тренажере // *Технология учета человеческого фактора при проектировании и эксплуатации технических средств обучения экипажей современных и перспективных вертолетов.* Выпуск 2. /Сборник статей под ред. д. м. н. А. В. Чунтула. – М.: МВЗ им. М. Л. Миля, 2004. – С. 61-67.
6. *Пономаренко В. А.* Страна Авиация – белое и черное. – М.: Наука, 1995.
7. *Гузий А. Г.* Системный анализ факторов риска катастрофы Boeing 747-200F. Оценка вероятности катастрофы по априорным данным // *Проблемы безопасности полетов. Информационный сборник.* Вып. 5, 2006. - М.: ВИНТИ, 2006. - С. 42 - 59.
8. *Кукушкин Ю. А., Козловский Э. А., Пономаренко А. В., Гузий А. Г.* Оценка нервно-эмоционального напряжения оператора в процессе профессиональной подготовки // *Проблемы безопасности полетов. Научно-технический журнал.* Вып. 1, 2008. - М.: ВИНТИ, 2008.
9. *Кукушкин Ю. А., Козловский А. В., Пономаренко А. В., Цигин Ю. П., Страмнов С. Б.* Технология автоматизированного оценивания резервов внимания летчика в процессе подготовки на авиационном тренажере // *Мехатроника, автоматизация, управление.* № 2, 2007. – С. 14 - 19.