



**Плотников Н.И.**

## **ОСНОВАНИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА (ПИЛОТА)**

*Представлены основания теории надежности человека-оператора (пилота). Основное свойство деятельности человека называется категория назначения. Назначения можно оценивать в структурированном родовидовом делении понятия надежности. Показано, что универсальным основанием деления объема понятия надежности человека является шкала времени.*

**Ключевые слова:** оператор, пилот, назначение, индивидуальная надежность, профессиональная надежность, операционная надежность.

### **1. Введение**

Изучение мирового опыта воздушного транспорта дает обоснование критической важности свойств пилота. Описание свойств существует в понятиях психологических, технических, медицинских, социальных требований профессиональной годности в раздельном изложении и применении [1, 2, 3]. В настоящее время отсутствует общая методология наблюдения физических и нефизических величин свойств человека и пилота. Физические величины являются измеряемыми. Нефизические величины являются оцениваемыми. Их взаимосвязанное теоретическое и нормативное описание не реализовано.

В настоящей работе представлены основания теории надежности человека-оператора (пилота) [4, 5]. Основное свойство деятельности человека называется категория назначения. Назначения можно оценивать в структурированном родовидовом делении понятия надежности. Показано, что универсальным основанием деления объема понятия надежности человека является шкала времени.

### **2. Содержание проблемы**

Проблема порождается нечеткой природой свойств человека, через которые наблюдается деятельность: личность, здоровье, возраст, образование, квалификация, опыт, работоспособность, рабочая нагрузка, утомление, отдых, техногенные воздействия и другие свойства. Данные свойства изучаются в различных науках, имеют количественную и качественную, физическую и нефизическую природу, что составляет различные возможности для формализации, автоматизированного учета и управленческих решений. До настоящего времени остаются неопределенными предметные знания, которые необходимы для стандартизации и управления летной деятельностью. Например, по многочисленным исследованиям известно, что совокупные ресурсы пилотов по результатам отбора в профессию и в последующей профессиональной деятельности различаются в 3-5 раз. В настоящее время отсутствуют теория и методы, которые могли бы учитывать данные различия в единых стандартах для всех пилотов [6, 7].

### 3. Постановка задачи

Методологическим решением исследования в настоящей работе является разработка и применение ресурсной методологии (РМ) как совокупности эмпирической и эвристической экспертизы форм организованной сложности качественными методами мягких вычислений (МВ) [8]. Область знаний о совокупности организованной деятельности, объединяемых на ресурсной основе, понимается как новая дисциплина – ресурсология. Ресурсный комплекс понимается как трансформируемые источники энергии, информации и вещества, вовлеченные в целесообразную деятельность. Обычно под ресурсом понимается то, что потребляется и используется. В ресурсной методологии любые понятия считаются ресурсами: также используемыми, но главным образом – создаваемыми. Элементарно, человек, читающий книгу, использует: книгу, свою энергию и создает знания. Это – простейший ресурсный комплекс (РК), где на входе – используемые ресурсы (ИР), а на выходе – создаваемый ресурс (СР) знаний или ресурс назначения (РН).

На основе обоснованного описания структуры и содержания деятельности пилота предлагается алгоритм

автоматизированного управления ресурсами пилота. Практическое значение состоит в том, что между разными базами данных авиакомпании установлены новые связи, оптимизирующие подготовку и принятие решений. Разработка направлена на формирование перечня значимых (оказывающих существенное влияние на вероятность авиационного происшествия) параметров и показателей, используемых для долгосрочного прогнозирования с возможностью их численного наблюдения и измерения в зависимости от времени.

### 4. Разработка содержания свойств назначения пилота

Ресурсы назначения структурируются в трех свойствах надежности в шкалах времени: ресурсы индивидуальной надежности (РИН), ресурсы операционной надежности (РОН), ресурсы профессиональной надежности (РПН), рис. 1.

Раскрытие содержания данных составляющих создает возможность взаимосвязанного формализованного описания ресурсов пилота, что является решением задачи анализа оценки и прогнозирования рисков безопасности

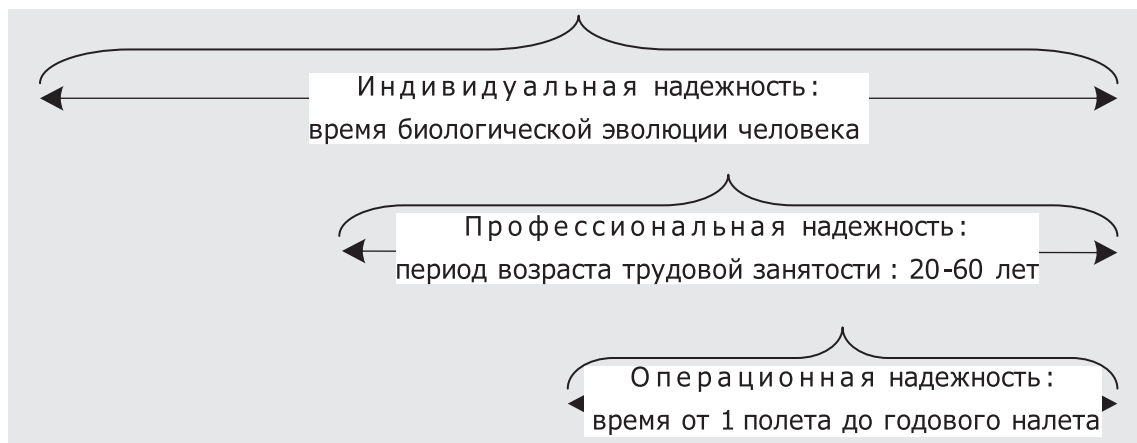


Рис. 1. Фундаментальная структура ресурсов надежности пилота

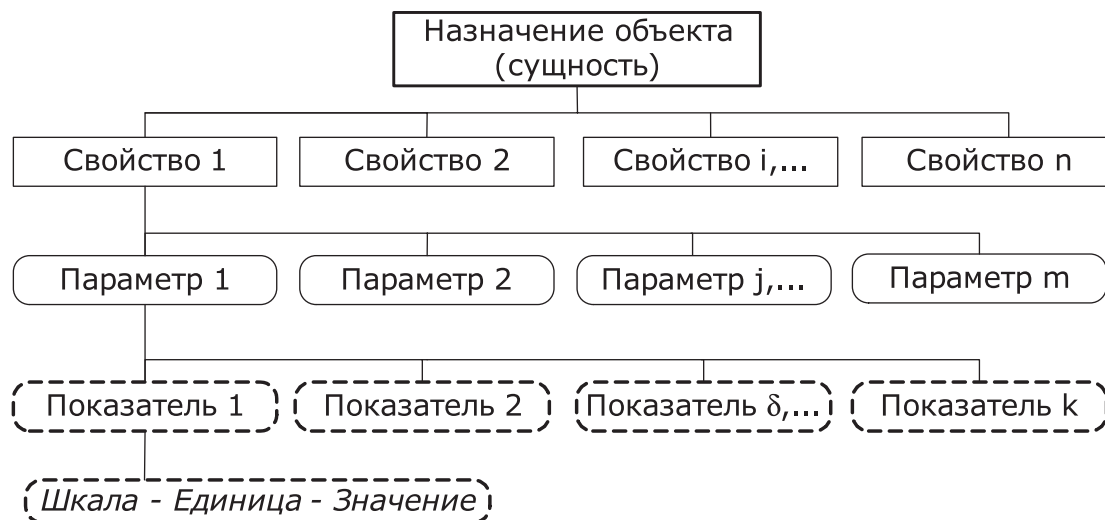


Рис. 2. Термины наблюдения величин исследуемых объектов

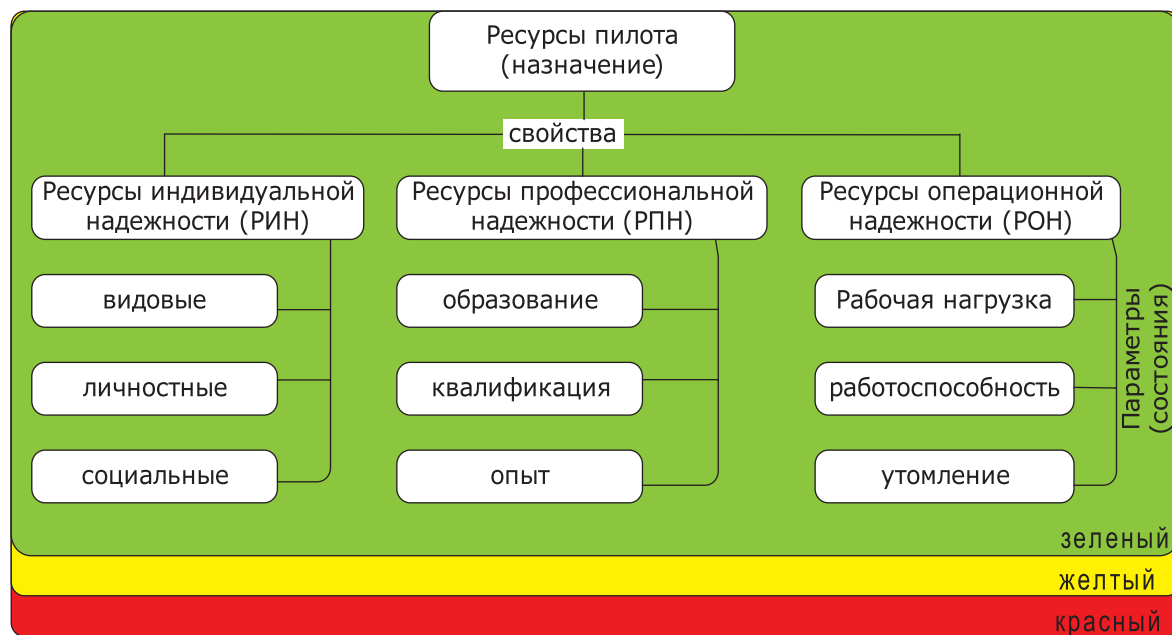


Рис. 3. Содержание ресурсов пилота

полетов. Для описания разработана структура терминов наблюдения (измерения, оценивания) величин свойств объектов, которая также соответствует стандарту [9]. Каждые из свойств ресурсов надежности пилота: РИН, РПН и РОН, структурируются по параметрам и показателям. Показателям приписываются значения оцениваемых величин ресурсов в избранных шкалах и единицах измерения или оценивания, рис. 2.

Оценивание состояний осуществляется в шкалах наименований и порядка трехуровневой матрицы риска: «высокий – средний – низкий», 1-2-3, «красный-желтый-зеленый» или большего числа уровней. Содержание и структура показателей, из которых состоят параметры, составляет наибольший объем работы проектирования и наполнения оболочки экспертной системы [7], рис. 3.

Проектирование ресурсного комплекса состоит из разработки структуры ресурсных контуров, составляющих компонент, их наименований, определений и установления параметров наблюдения. Ресурсный комплекс назначения образует I, II, III, ..., J, ..., N контуров, каждый из которых состоит из исходных ресурсных компонент, сходящихся для создания ресурса назначения j-го контура, где  $X_j, Y_j, Z_j$  – имя (метка) ресурсного компонента j-го контура. Выбор имен любых ресурсных компонент осуществляется экспертным путем. Количественный состав из трех исходных ресурсов является выбором настоящего метода. Каждая из ресурсных компонент, например  $X_j$ , описывается:

$$X_j = \sum : \{X_{j-1}, Y_{j-1}, Z_{j-1}\} = R_j^x, \quad (1)$$

где  $R_j^x$  создаваемый номинальный ресурс назначения j-го контура, который является исходным ресурсом (j-1)-го контура. Содержание ресурсного комплекса назначения деятельности пилота составлено экспертным путем. Составлены краткое, развернутое описание и

определение каждого ресурса на естественном языке. Для простейшей формализации вводятся символы и обозначения англоязычной лексики.

Первый ресурсный контур. Первый контур  $R_j^p$  составлен в трех группах ресурсов, наблюдаемых в параметрах надежности: ресурсы операционной надежности (РОН), ресурсы профессиональной надежности (РПН)  $R_j^p(\mu)$ , ресурсы индивидуальной надежности (РИН). Базой наблюдения принимается время. Предлагаемое содержание имеет основание – различимость наблюдения каждой из групп ресурсов во времени. Под операционной надежностью понимается совокупность условий и состояний полета, задаваемых для реализации организованной деятельности в избранной среде назначения. Операционная надежность может наблюдаться в структуре времени: время одного полета, месячный и годовой налет часов. Под профессиональной надежностью понимается совокупность приобретаемых в профессии характеристик человека в избранной среде деятельности. Профессиональная надежность обладает значением продолжительности трудовой занятости человека примерно в период от 20 до 60 лет. Под индивидуальной надежностью понимается совокупность эволюционных видовых биологических характеристик человека в среде обитания и избранной среде деятельности. Индивидуальная надежность обладает значением предметности видовой эволюции, многократно превышающей продолжительность жизни человека. Раскрытие содержания данных составляющих является задачей описания ресурсных контуров. Символьное представление первого ресурсного контура описывается кортежем:

$$R_j^p = \sum : \{R_j^p(i), R_j^p(p), R_j^p(o)\} \quad (2)$$

Второй ресурсный контур. Три группы ресурсов первого контура структурируется в следующем содержа-

нии и определениях компонент надежности второго ресурсного контура. РОН состоит из параметров: рабочая нагрузка workload (wl); работоспособности workability (wa); утомление fatigue (fg):

$$R_i^p(o) = \sum : \{R_{ii}^p(o)wa, R_{ii}^p(o)wl, R_{ii}^p(o)fg\}. \quad (3)$$

РПН состоит из параметров: совокупный опыт пилота pilot experience (pe), полное образование common education (ca), профессиональная квалификация professional qualification (pq), иначе:

$$R_i^p(p) = \sum : \{R_{ii}^p(p)pe, R_{ii}^p(p)ca, R_{ii}^p(p)pq\}. \quad (4)$$

Ресурсы индивидуальной надежности состоят из параметров и структурируются тремя группами составляющих по продолжительности во времени:  $R_{ii}^p(i)\phi$ , видовые – ресурсы адаптации индивида к среде. Данная категория ресурсов выходит за пределы жизни индивида и содержит выработку адаптационных механизмов;  $R_{ii}^p(i)\psi$ , личностные – формируемые в течение жизни индивида;  $R_{ii}^p(i)\delta$ , социальные – демографическая характеристика психосоматического здоровья:

$$R_i^p(i) = \sum : \{R_{ii}^p(i)\phi, R_{ii}^p(i)\psi, R_{ii}^p(i)\delta\}. \quad (5)$$

Объединяя формулы [3-5], содержания ресурсного комплекса назначения деятельности пилота можно представить:

$$R_i^p = \sum : \left\{ \begin{array}{ccc} R_{ii}^p(o)wa, & R_{ii}^p(o)wl, & R_{ii}^p(o)wa \\ R_{ii}^p(p)pe, & R_{ii}^p(p)ca, & R_{ii}^p(p)pq \\ R_{ii}^p(i)\phi, & R_{ii}^p(i)\psi, & R_{ii}^p(i)\delta \end{array} \right\}. \quad (6)$$

Заметим, что показанное символьное описание является приемом первоначальной формализации понятий и средств естественного языка. Элементы формул записываются через запятые, что означает сложные отношения и связи неизвестных функций. Задачей разработки является поиск и установление данных отношений и связей. Смысл символьного описания состоит в облегчении поиска. Например, известно, что работоспособность wa и утомление fg являются обратными величинами. Следовательно, в (3) они могут быть записаны через дробь.

## Заключение

Показанное описание деятельности пилота имеет принципиальное отличие от содержания в существующих исследованиях [10, 11, 12, 13]. Содержание структурировано во временных шкалах совершенно различной длительности – от текущего времени до времени эволюции. Понятия физиологической, психологической и демографической составляющих деятельности давно цитируются в исследованиях, но содержание их далеко не раскрыто. Так под физиологической надежностью понимают работоспособность или способность к работе в течение циклов деятельности. Демографическая надеж-

ность может рассматриваться как трудоспособность или способность к труду по состоянию здоровья.

Дальнейшая разработка направлена на установление свойств, параметров, признаков идентифицированных ресурсов. Данная процедура называется нормализацией и является основанием стандартизации деятельности. Составление содержания ресурсных контуров следующих уровней осуществляется аналогично выполненным разработкам. Ресурсные компоненты являются сущностями различной физической и нефизической природы, требуют неравного подхода формализации. Данный подход имеет наименование псевдофизической логики оценивания величин. Решение о дальнейшей формализованной разработке принимается экспертным путем на основе необходимости и целесообразности.

## Литература

1. **Бодров В.А.** Психология профессиональной деятельности. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
2. **Бодров В.А., Орлов В.Я.** Психология и надежность: человек в системах управления техникой. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 1998. – 288 с.
3. **Гурвич К.М.** Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. – М.: , 1970. – 204 с.
4. **Плотников Н.И.** Проектирование транспортных комплексов. Воздушный транспорт. Монография. – Новосибирск: ЗАО ИПЦ «АвиаМенеджер», 2010. – 393 с.
5. **Плотников Н.И.** Нормативное наблюдение надежности транспортного комплекса // Надежность. 2011. Т. 38. – № 3. – С. 61-66.
6. **Плотников Н.И.** Ресурсы воздушного транспорта. – Новосибирск: НГАЭУ, – 2003. – 345 с.
7. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок. Промежуточный, этап № 4: «Адаптация разработанных алгоритмов и программных средств АС». – Научно-технический отчет, шифр «2010-218-02-068», № государственной регистрации 01201150118 от 12.01.2011, Инв. № 194. – Ульяновск. – 2012. – 1340 с. / Н.И. Плотников – Раздел 3. Метод оценки рисков для безопасности полетов авиакомпании на основе управления и прогноза ресурсов пилота. – С. 154-238, 1048-1258.
8. **Zadeh, Lotfi A.**, «Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing», Communications of the ACM, March 1994, Vol. 37 No. 3, pages 77-84.
9. **Клир Джордж.** Системология. Автоматизация решения системных задач. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
10. **Kane M.R.** Air Transportation. – Iowa, USA. – 1990. – 500 p.
11. **Shappell S.A., Wiegmann D.A.** The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) // FSF Flight Safety Digest. – 2001, Feb. – P. 15-28.
12. **Wiener E.L., Kanki B.G., Helmreich R.L.** Cockpit Resource Management. – N.Y., USA: Academic Press. – 1993. – 519 p.
13. **Коваленко Г.В., Микинелов А.Л., Чепига В.Е.** Летная эксплуатация. – М. Машиностроение, 2007. – 416 с.