

В.А.Горшков, доктор технических наук,
профессор
А.И.Крутоверцев
А.А.Осадчиев, кандидат физико-математических наук

Оптимизация качества интерактивной электронной документации летательных аппаратов государственной авиации. Решение задачи

В настоящее время интерактивная электронная документация (ИЭД) широко применяется при производстве, эксплуатации и на других этапах жизненного цикла летательных аппаратов, становясь серьезной альтернативой бумажной документации. Тем не менее, для государственной авиации до сих пор не были разработаны и четко регламентированы критерии для оценки качества ИЭД летательных аппаратов. Цель данной работы заключается в создании методологии по выработке системы требований, предъявляемых к свойствам ИЭД летательного аппарата, выполнение которых позволит максимизировать эффективность и функциональность использования ИЭД.

Введение

Значимость роли ИЭД для эксплуатации летательных аппаратов государственной авиации обуславливает особое внимание к разработке количественных и качественных требований к главным свойствам ИЭД. Выделение системы этих требований и распределение имеющихся ресурсов при ее разработке являются важнейшими задачами, решение которых определяет индивидуальные условия на форму и содержание ИЭД. При решении этой проблемы необходимо рассматривать не только функциональные задачи, стоящие перед государственной авиацией, но и реалии рыночной экономики, определяющие экономические параметры эксплуатации летательных аппаратов. Несмотря на сложность и уникальность каждого конкретного случая, представляется возможным выработать в определенной степени универсальную парадигму оптимизации качества ИЭД.

Проблеме оптимизации качества ИЭД летательных аппаратов государственной авиации посвящен цикл из двух статей. В первой статье этого цикла («Оптимизация качества

интерактивной электронной документации летательных аппаратов государственной авиации. Постановка задачи») представлена математическая формализация и постановка задачи. Данная статья является второй частью цикла, в ней будет подробно рассмотрено непосредственное решение поставленной задачи по оптимизации качества ИЭД летательных аппаратов государственной авиации.

Выделение важнейших свойств ИЭД

На первом шаге решения задачи в результате анализа нормативной документации¹ были выделены свойства ИЭД, всесторонне описывающие качество ее функционирования. Этими свойствами оказались: безопасность, восстанавливаемость, вычислительная ресурсоемкость, документированность, за-

1 ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения; ГОСТ 28195-89 Оценка качества программных средств. Общие положения; ГОСТ Р 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции; ГОСТ Р 54088-2010 Интегрированная логистическая поддержка. Интерактивные электронные эксплуатационные и ремонтные документы. Основные положения и общие требования.

щищенность, изменяемость, информативность, портативность, пригодность, простота внедрения, простота использования, простота обучения персонала, ремонтпригодность, совместимость, скорость работы, стабильность, стандартизованность, точность, транспортируемость, устойчивость к ошибке.

На втором шаге была проведена оценка сравнительной важности выделенных свойств и их ранжирование. Ввиду высокой сложности использования объективных методов для этих целей использовалась процедура PATTERN проведения экспертной оценки [1]. В рамках нее была разработана опросная анкета, для опроса было привлечено 17 высококвалифицированных экспертов: научных сотрудников, представителей КБ и специалистов, занимающихся эксплуатацией авиационной техники. 85% из числа опрошенных экспертов имеют ученое звание кандидата или доктора технических наук, а также у 85% из них стаж эксплуатации авиационной техники в авиационных формированиях превышает 10 лет. Полученные данные экспертных оценок были обработаны аналитическими методами, исследована их согласованность и применимость для использования в рамках решения поставленной задачи.

Далее на основе полученных данных методами кластерного анализа, учитывая объективную особенность ИЭД как элемента продукции, была проведена классификация свойств ИЭД. В результате были выделены три кластера [2], объединяющие свойства, присутствующие информационной, программной и технической компонентам ИЭД соответственно. В силу особенностей профессиональной деятельности и опыта экспертов из трех различных опрашиваемых групп, информационный и программный кластеры были выделены на основе мнений экспертов из групп научных сотрудников и специалистов, занимающихся эксплуатацией авиационной техники, а технический кластер – на основе мнений экспертов – представителей КБ. Для проверки качества экспертной оценки использовалось два

разнотипных алгоритма кластеризации: метод k -средних и метод древовидной кластеризации. Высокая согласованность результатов, полученных этими двумя методами, позволяет, во-первых, установить компетентность экспертной оценки, а, во-вторых, признать результаты кластеризации состоятельными.

Внутри каждого кластера методом Парето [3] была выделена группа наиболее важных свойств. Для информационного кластера ими оказались информативность, точность и пригодность, для программного – совместимость, стабильность и устойчивость к ошибке, для технического – восстанавливаемость, транспортируемость и простота обучения персонала. Объединение этих трех групп, тем самым, задает свойства ИЭД, в наибольшей степени определяющих качество ее функционирования, и при этом выделенная совокупность свойств сохраняет однородность относительно информационной, программной и технической компонент ИЭД.

Математическая формализация модели функционирования ИЭД

Для решения глобальной задачи оптимизации качества функционирования ИЭД при ограничениях на ресурсы будет применяться вариационный принцип Лагранжа. Для реализации этого метода необходимо составить систему уравнений, описывающих технические и экономические ограничения, накладываемые на ИЭД. Для этого необходимо определить вид функциональных зависимостей, связывающих, с одной стороны, выделенные важнейшие свойства ИЭД, определяющие качество функционирования ИЭД, а, с другой стороны, – технические и экономические характеристики эксплуатации ИЭД. Затем на полученные зависимости необходимо наложить ограничения типа равенств и неравенств, параметризующие условия эксплуатации ИЭД.

В данной статье будем рассматривать уровень взаимодействия одиночного человека (например, летчика, механика, инженера) с летательным аппаратом с использованием

ИЭД. Успешное функционирование системы на данном уровне заключается в выполнении конкретным исполнителем своих функциональных задач с использованием ИЭД, например, исполнение механиком ряда конкретных должностных операций по эксплуатации или ремонту летательного аппарата. Тем самым, на этом уровне предполагается, что человек имеет дело с завершенным и исправным аппаратом ИЭД и в его обязанности не входит как работа с неисправным аппаратом, так и какая-либо его модификация.

Для создания модели взаимодействия пользователя и ИЭД использовались методы нечеткого логического вывода. К настоящему моменту практически нет опубликованных результатов комплексных исследований взаимодействия человека и ИЭД с точки зрения свойств ИЭД. Этот факт объясняется сложностью процессов этого взаимодействия, наличием большого числа нелинейных и обратных связей. В силу сказанного формализация взаимодействия человека и ИЭД в рамках точной математической модели этого процесса представляется проблематичной. В то же время в условиях неполноты и неточности информации об исследуемом процессе нечеткие методы моделирования имеют широкое применение и могут быть эффективно использованы и в данном случае. Эти методы в значительной степени базируются на знаниях экспертов, результаты опроса которых позволяют описать внутренние зависимости модели и получать приемлемые результаты.

Входными данными для модели служат наиболее важные свойства ИЭД (информативность – S_1 , точность – S_2 , пригодность – S_3 , совместимость – S_4 , стабильность – S_5 , устойчивость к ошибке – S_6 , восстанавливаемость – S_7 , транспортируемость – S_8 и простота обучения персонала – S_9). Выходными данными служат три технические характеристики: оперативность функционирования ИЭД (T), результативность функционирования ИЭД (R), а также эргономичность ИЭД (U) и одна эко-

номическая характеристика – ресурсоемкость ИЭД (Q) в соответствии с [4]. Для удобства и без ограничения общности зададим отрезком $[0; 1]$ и область определения свойств S_1, \dots, S_9 , и область значений характеристик T, R, U, Q .

Для получения более качественных результатов модель нечеткого вывода задавалась отдельно для исследования влияния информационных свойств ИЭД: информативность (S_1), точность (S_2), пригодность (S_3); программных: совместимость (S_4), стабильность (S_5), устойчивость к ошибке (S_6) и технических: восстанавливаемость (S_7), транспортируемость (S_8), простота обучения персонала (S_9). Подобное разбиение обосновано ввиду устойчивости кластеризации свойств ИЭД на эти три группы. Таким образом, в каждой из трех подмоделей было по три входных и по четыре выходных параметра.

Правила вывода нечеткой модели задавались посредством опроса трех экспертов из числа ранее привлекавшихся к опросам, наиболее компетентных в определении степени влияния свойств ИЭД на качество ее функционирования. На основе этой базы правил с помощью модели нечеткого логического вывода для каждого из трех кластеров были построены неявные зависимости для информационного кластера:

$$R_u = R_u(S_1, S_2, S_3), T_u = T_u(S_1, S_2, S_3), \\ U_u = U_u(S_1, S_2, S_3), Q_u = Q_u(S_1, S_2, S_3),$$

Аналогичные зависимости были построены для программного и технического кластеров. Обобщенные значения результативности, оперативности, эргономичности и ресурсоемкости для всей ИЭД в целом рассчитывались следующим образом:

$$R = R(S_1, \dots, S_9) = \\ = R_u(S_1, S_2, S_3) \cdot R_n(S_4, S_5, S_6) \cdot R_m(S_7, S_8, S_9), \\ T = T(S_1, \dots, S_9) = \\ = T_u(S_1, S_2, S_3) \cdot T_n(S_4, S_5, S_6) \cdot T_m(S_7, S_8, S_9), \\ U = U(S_1, \dots, S_9) = \\ = U_u(S_1, S_2, S_3) \cdot U_n(S_4, S_5, S_6) \cdot U_m(S_7, S_8, S_9),$$

$$Q=Q(S_1, \dots, S_9) = \frac{(Q_u(S_1, S_2, S_3) + Q_n(S_4, S_5, S_6) + Q_m(S_7, S_8, S_9))}{2,46}$$

Здесь для результативности, оперативности и эргономичности в качестве объединяющей функции было выбрано произведение, а для ресурсоемкости – сумма, которая нормировалась максимально возможным в построенной модели значением $Q=Q(S_1, \dots, S_9)$. Это максимальное значение зависит от конкретной конфигурации и базы правил нечеткой модели и в данном случае составило 2,46.

Решение оптимизационной задачи Лагранжа

Для решения поставленной задачи методом Лагранжа необходимо перейти от полученных неявных зависимостей к гладким аналитическим функциям, связывающим входные свойства ИЭД (S_1, \dots, S_9) с выходными характеристикам ИЭД (R, T, U, Q) . С этой целью полученные неявные зависимости внутри каждого кластера были экстраполированы до квадратичных аналитических функций $R_u=R_u(S_1, S_2, S_3), \dots, Q_m=Q_m(S_7, S_8, S_9)$. В результате были получены следующие функциональные зависимости:

$$R=R(S_1, \dots, S_9) = (0,2 S_1^2 + 0,2 S_2^2 + 0,1 S_3^2 + 0,2 S_1 + 0,2 S_2 + 0,5 S_3) \times (0,2 S_4 + 0,3 S_5 + 0,8 S_6 + 0,1) \times (0,2 S_7^2 + 0,8 S_9^2 + 0,2 S_7 + 0,4 S_9 + 0,1)$$

$$T=T(S_1, \dots, S_9) = (0,4 S_1 + 0,2 S_2 + 0,3 S_3 + 0,1) \times (0,4 S_5^2 + 0,9 S_6^2 + 0,3 S_4 + 0,3 S_6) \times (0,5 S_7 + 0,2 S_9 + 0,8 S_9)$$

$$U=U(S_1, \dots, S_9) = (0,1 S_2^2 + 0,1 S_3^2 + 0,4 S_1 + 0,5 S_3 + 0,1) \times (0,6 S_6^2 + 0,2 S_4 + 0,4 S_5 + 0,1) \times (0,3 S_7^2 + 0,1 S_8^2 + 0,9 S_9^2 + 0,1 S_8 + 0,3 S_9 + 0,1)$$

$$Q=Q(S_1, \dots, S_9) = ((0,1 S_1^2 + 0,1 S_2^2 + 0,3 S_3^2 + 0,3 S_1 + 0,1 S_2 + 0,4 S_3) + (0,2 S_4^2 + 0,4 S_5^2 + 0,1 S_6^2 + 0,7 S_6) + (0,1 S_7^2 + 0,1 S_8^2 + 0,4 S_9^2 + 0,2 S_7)) \cdot \frac{1}{2,46}$$

В наиболее распространенном случае, если заказчику разработки ИЭД известны исходные ограничения на ресурсоемкость Q , но не известны исходные ограничения на результативность R , оперативность T и эргономичность U , целесообразно формулировать следующую оптимизационную задачу: «Максимизация функциональности ИЭД при воспроизводстве необходимой внутренней структуры и при ограничениях на ресурсоемкость ИЭД». Таким образом, в ограничениях на ресурсоемкость Q ищется максимальное значение обобщенной функциональности ИЭД Y , которая должна быть функцией результативности R , оперативности T и эргономичности U . В данной работе будем задавать ее как их произведение $Y=R \cdot T \cdot U$. В качестве ограничений, воспроизводящих внутреннюю структуру ИЭД будем использовать неравенства $S_i \geq 0,1, i=1, \dots, 9$. Это ограничение позволяет избежать вырожденных решений оптимизационной задачи, при которых какое-либо свойство ИЭД имеет нулевое значение. Резюмируя вышесказанное, получаем следующую формулировку.

Задача

Пусть $E = [0,1] \times \dots \times [0,1] \subset R^9$.

Необходимо найти

$S_i \in [0,1], i=1, \dots, 9$ такие, что:

$$R(S_1, \dots, S_9) \cdot T(S_1, \dots, S_9) \cdot U(S_1, \dots, S_9) = Y(S_1, \dots, S_9) = \max_{\{S_1, \dots, S_9\} \in E} Y(S_1, \dots, S_9)$$

При этом выполняются условия:

$$S_i \geq 0,1, i=1, \dots, 9, Q(S_1, \dots, S_9) \leq Q_{max}$$

Интерпретация полученных результатов

Решая поставленную вариационную задачу, можно сделать ряд общих выводов о причинах, влияющих на качество функционирования и ресурсоемкость ИЭД. В таблице 1 приведены результаты решения задачи Лагранжа для $Q_{max} = 0,1; 0,2; \dots, 0,9$.

Таблица 1 – Результаты решения задачи Лагранжа по оптимизации значений свойств ИЭД при ограничениях на ресурсоемкость разработки и функционирования ИЭД

Ресурсоемкость	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Результативность	0,01	0,09	0,22	0,36	0,54	0,72	1	1	1
Оперативность	0,02	0,06	0,12	0,21	0,41	0,68	1	1	1
Эргономичность	0,02	0,05	0,10	0,16	0,24	0,41	0,62	0,93	1

В первую очередь стоит отметить, что результативность и оперативность ИЭД являются наиболее важными и практически равнозначными характеристиками, определяющими качество функционирования ИЭД. В случае большого количества доступных ресурсов высокое качество функционирования ИЭД невозможно достичь в отсутствие высоких показателей ее результативности и оперативности. В то же время эргономичность ИЭД на качество влияет более слабо. В случае большого количества доступных ресурсов даже при низкой эргономичности ИЭД может

функционировать качественно. В то же время при росте доступных ресурсов у оптимальных значений выходных характеристик наблюдается различный рост. В случае малого количества доступных ресурсов для роста качества функционирования ИЭД наиболее оптимально вкладывать ресурсы в развитие результативности и оперативности. В случае большого количества доступных ресурсов для роста качества функционирования ИЭД наиболее оптимально вкладывать ресурсы в развитие эргономичности.

Таблица 2 – Покластерные распределения оптимальных значений результативности, оперативности, эргономичности и ресурсоемкости при ограничениях на ресурсоемкость разработки и функционирования ИЭД

Ограничения на ресурсоемкость		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Результативность	Информационный кластер	0,10	0,31	0,51	0,66	0,66	0,72	1,00	1,00	1,00
	Программный кластер	0,33	0,37	0,43	0,54	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00
	Технический кластер	0,44	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Общее значение	0,01	0,09	0,22	0,36	0,54	0,72	1,00	1,00	1,00
Оперативность	Информационный кластер	0,23	0,35	0,45	0,59	0,59	0,68	1,00	1,00	1,00
	Программный кластер	0,16	0,22	0,27	0,36	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00
	Технический кластер	0,48	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Общее значение	0,02	0,06	0,12	0,21	0,41	0,68	1,00	1,00	1,00
Эргономичность	Информационный кластер	0,23	0,28	0,37	0,51	0,51	0,58	0,64	0,93	1,00
	Программный кластер	0,22	0,26	0,28	0,32	0,48	0,70	0,97	1,00	1,00
	Технический кластер	0,35	0,67	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Общее значение	0,02	0,05	0,10	0,16	0,24	0,41	0,62	0,93	1,00
Ресурсоемкость	Информационный кластер	0,04	0,08	0,12	0,17	0,17	0,17	0,19	0,24	0,33
	Программный кластер	0,04	0,06	0,08	0,11	0,21	0,28	0,33	0,35	0,36
	Технический кластер	0,02	0,06	0,10	0,12	0,12	0,15	0,18	0,21	0,21
	Общее значение	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90

Действительно, на начальном этапе развития ИЭД, когда еще невелико количество затраченных ресурсов, эргономичность не играет решающей роли, главное на данном этапе – обеспечить результативность и опера-

тивность работы. С другой стороны, когда определенный приемлемый уровень результативности и оперативности работы ИЭД уже достигнут и на это затрачены соответствующие ресурсы, приходит время напра-

вить ресурсы на развитие эргономичности. Именно развитие эргономичности в этих условиях даст наиболее оптимальный рост общего качества функционирования ИЭД.

Далее были исследованы покластерные распределения значений результативности, оперативности, эргономичности и ресурсоемкости при заданных ограничениях на ресурсоемкость. В таблице 2 представлены полученные значения.

Для интерпретации полученных результатов свяжем изменение ограничений на ресурсоемкость с изменением времени. Будем считать, что с течением времени растет количество свободных ресурсов, затрачиваемых на разработку ИЭД, за счет чего происходит развитие ИЭД. Для простоты шкалу доступных

ресурсов от 0 до 1 будем рассматривать как временную шкалу, также ограниченную 0 и 1, реальный же прирост ресурсов со временем может быть нелинейным и иметь сложную структуру.

Основываясь на полученных данных, можно ответить на три вопроса (ответ зависит от рассматриваемого момента времени):

Развитие каких характеристик ИЭД наиболее оптимально с точки зрения роста качества функционирования ИЭД?

На отрезке времени $[0; 0,6]$ наиболее оптимально развивать результативность и оперативность, а на отрезке времени $[0,6; 1]$ – эргономичность.

Развитие каких кластеров вносит наибольший вклад в развитие ИЭД?

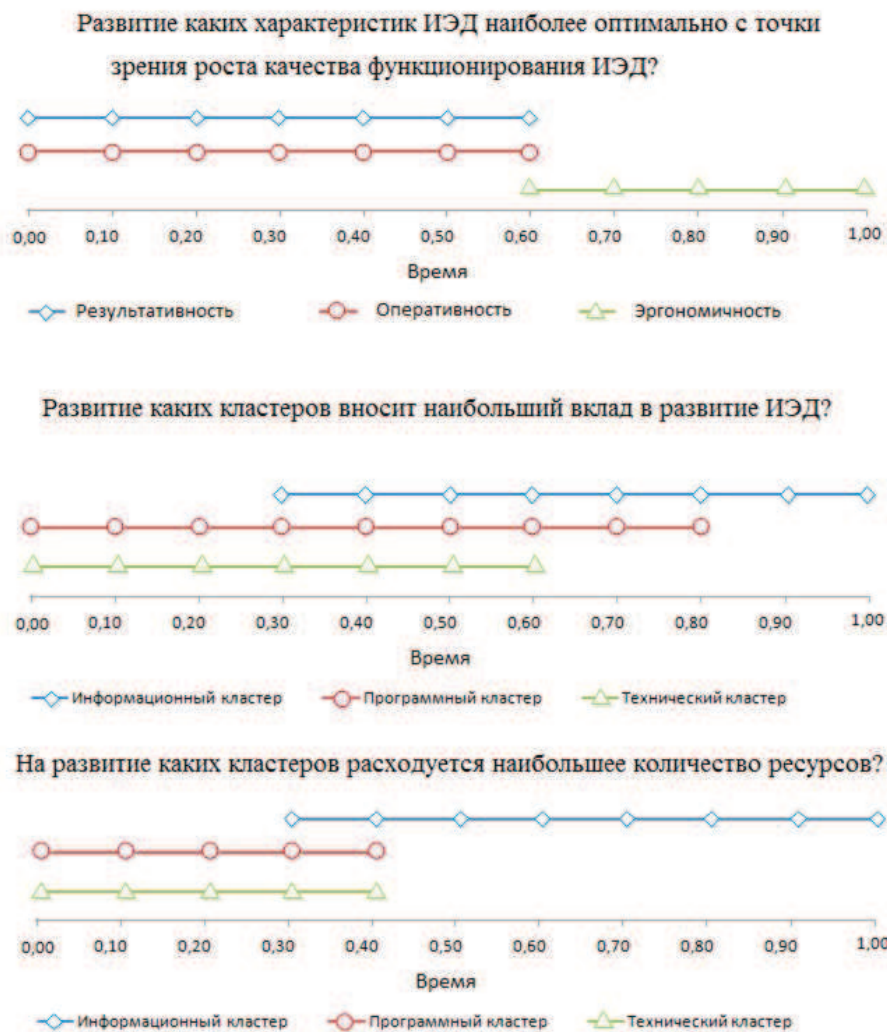


Рисунок 1 – График оптимальных значений характеристик функционирования ИЭД и его кластеров с течением времени

Технический кластер вносит большой вклад в развитие ИЭД на начальном этапе, соответствующем отрезку времени $[0; 0,6]$, информационный – на конечном ($[0,3; 1]$), программный – в течение практически всего периода развития ИЭД ($[0; 0,8]$).

На развитие каких кластеров расходуется наибольшее количество ресурсов?

Технический и программный кластер являются наиболее ресурсоемкими на начальном этапе ($[0; 0,4]$), а информационный – на конечном ($[0,3; 1]$).

Приведенные выше выводы обобщены на рисунке 1.

Практическое применение полученных результатов и разработанной методики

Описанная в работе методология решения вариационной задачи Лагранжа может исполь-

зоваться для поиска оптимального распределения имеющихся ресурсов при разработке ИЭД, учитывая широкий спектр возможных ограничивающих факторов. Зная исходные ограничения на ресурсы Q_{max} , можно рассчитать их оптимальное распределение по кластерам

$$(Q_1, Q_2, Q_3, Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_{max}).$$

Более того, используя интерполяционные методы, можно решать задачу оптимального распределения имеющихся ресурсов по важнейшим свойствам ИЭД (информативность, точность, пригодность, совместимость, стабильность, устойчивость к ошибке, восстанавливаемость, транспортируемость и простота обучения персонала). Результаты расчета оптимального распределения ресурсов по кластерам и по важнейшим свойствам ИЭД при различных ограничениях на ресурсы представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Распределение (по значениям) имеющихся ресурсов по кластерам и по важнейшим свойствам ИЭД при ограничениях на ресурсоемкость разработки и функционирования ИЭД

Общие ресурсы	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
по кластерам									
Информационный кластер	0,04	0,08	0,12	0,17	0,17	0,17	0,19	0,24	0,33
Программный кластер	0,04	0,06	0,08	0,11	0,21	0,28	0,33	0,35	0,36
Технический кластер	0,02	0,06	0,10	0,12	0,12	0,15	0,18	0,21	0,21
по свойствам									
Информативность	0,03	0,05	0,09	0,1	0,1	0,01	0,02	0,17	0,01
Точность	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,01
Пригодность	0	0,02	0,02	0,06	0,05	0,16	0,15	0,03	0,32
Совместимость	0,01	0,01	0,01	0,09	0	0,22	0,18	0,18	0,27
Стабильность	0,02	0	0,06	0,01	0,19	0,03	0,12	0,14	0,05
Устойчивость к ошибке	0,01	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Восстанавливаемость	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Транспортируемость	0,01	0,05	0,09	0,09	0,09	0,13	0,14	0,17	0,17
Простота обучения персонала	0	0	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

На основе таблиц 3 и 4 можно вырабатывать конкретные практические рекомендации по оптимальному распределению ресурсов между важнейшими направлениями ИЭД в зависимости от количества имеющихся ресурсов и реализовывать их в виде технических заданий на разработку ИЭД.

Заключение

В данной работе была предложена методология по выработке системы требований,

предъявляемых к свойствам интерактивной электронной документации летательных аппаратов государственной авиации, выполнение которых позволит максимизировать эффективность и функциональность использования интерактивной электронной документации. В рамках этой методологии были сформулированы три альтернативные математические постановки задачи оптимизации качества интерактивной электронной доку-

ментации, реализация которых зависит от конкретных условий, предъявляемых к летательному аппарату. Также приведен общий алгоритм решения широкого класса реальных

задач оптимизации качества интерактивной электронной документации летательных аппаратов.

Таблица 4 – Распределение (в процентах) имеющихся ресурсов по кластерам и по важнейшим свойствам ИЭД при ограничениях на ресурсоемкость разработки и функционирования ИЭД

Общие ресурсы (100%)	0,1	0,2	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
по кластерам									
Информационный кластер	40	40	40	43	34	28	27	30	37
Программный кластер	40	30	27	28	42	47	47	44	40
Технический кластер	20	30	33	29	24	25	26	26	23
по свойствам									
Информативность	30	26	28	26	21	1	2	21	1
Точность	6	3	4	3	3	1	2	4	1
Пригодность	3	11	9	13	10	26	24	5	35
Совместимость	5	3	4	23	0	39	26	24	30
Стабильность	23	1	20	3	38	5	17	17	6
Устойчивость к ошибке	12	26	2	2	4	3	4	4	4
Восстанавливаемость	9	4	1	3	2	2	2	2	2
Транспортируемость	9	25	29	23	19	21	21	21	19
Простота обучения персонала	3	1	3	4	3	2	2	2	2

Список использованных источников

1. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
2. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
3. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.
4. Волкова В.М., Емельянова А.А. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: справочник. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 847 с.