

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

2.9.1 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте;

2.9.4. – Управление процессами перевозок;

2.9.6 – Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники;

2.9.8 – Интеллектуальные транспортные системы

УДК 629.7.08

DOI: 10.26467/2079-0619-2025-28-1-8-19

Формулировка задачи оптимизации в рамках реализации технологического суверенитета авиационной отрасли

И.Е. Бодрова¹, А.В. Гостев², Г.Д. Файнбург¹

¹Московский государственный технический университет гражданской авиации, г. Москва, Россия

²Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), г. Москва, Россия

Аннотация: На современном этапе развития отечественного воздушного транспорта и экономики страны в целом перед авиационной отраслью стоит непростая задача поддержания и дальнейшего роста авиамобильности населения. Это зафиксировано в Комплексной программе развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года (в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 4 мая 2024 года № 1102-р). В условиях прекращения взаимодействия российских авиационных предприятий с иностранными компаниями – поставщиками товаров и услуг существует острая необходимость разработки и внедрения в типовую конструкцию воздушных судов комплектующих изделий отечественного производства. Данные мероприятия позволяют обеспечить отраслевой технологический суверенитет и дальнейшую эксплуатацию авиационной техники с требуемыми уровнями надежности и безопасности. В публикации представлена разработанная авторами блок-схема данного процесса с учетом возможных типов импортозамещения комплектующих изделий. На основании доступных статистических данных эксплуатации ближнемагистральных воздушных судов авторами выполнен сравнительный анализ прогноза выбытия флота и ввода в эксплуатацию вновь разрабатываемой авиационной техники. По его результатам показана необходимость разработки отраслевых корректирующих мероприятий. Данный факт подтверждает актуальность области выбранного исследования. Процесс внедрения комплектующих изделий российского производства в типовую конструкцию эксплуатируемого воздушного судна рассматривается в публикации с точки зрения программного управления. Авторы приводят описание основных принципов и методик приоритизации проектов на примере 10 комплектующих изделий. При этом учитывается суммарный бюджет программы, а также ее ресурсоемкость. По результатам выполненных работ в публикации формулируется задача оптимизации. Данная публикация является основой для дальнейшей разработки алгоритма, который позволит решать приоритетные задачи поддержания летной годности как находящегося в эксплуатации флота, так и вновь разрабатываемой авиационной техники.

Ключевые слова: эксплуатация воздушных судов, авиация, комплектующее изделие, проект, программа, планирование, приоритизация.

Для цитирования: Бодрова И.Е., Гостев А.В., Файнбург Г.Д. Формулировка задачи оптимизации в рамках реализации технологического суверенитета авиационной отрасли // Научный вестник МГТУ ГА. 2025. Т. 28, № 1. С. 8–19. DOI: 10.26467/2079-0619-2025-28-1-8-19

Aviation industry technological sovereignty optimization problem formulation

I.Y. Bodrova¹, A.V. Gostev², G.D. Fainburg¹

¹Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

²Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

Abstract: The aviation industry faces the difficult task of maintaining and further increasing the population air mobility at the present stage of domestic air transport and country economy development. It is fixed in the Comprehensive Program for Russian

Federation Aviation Industry Development until 2030 (as amended by Decree of Russian Federation Government No. 1102-r dated May 4, 2024). There is an urgent need to develop and introduce domestic production components into aircraft type design in the context of the cessation of interaction between Russian aviation enterprises and foreign suppliers of goods and services. These actions make it possible to ensure industrial technological sovereignty and further operation of aviation equipment with the required levels of reliability and safety. The article presents a flowchart of this process developed by the authors. The flowchart considers possible types of import substitution of components. The authors performed a comparative analysis of the forecast of fleet retirement and commissioning of newly developed aviation equipment based on the available statistical data on the operation of short-haul aircraft. The need for the development of sectoral corrective measures is shown based on its results. This fact confirms the relevance of the chosen research area. The process of integration of Russian-made components into the aircraft structure is considered from the point of view of program management in the publication. The authors describe the basic principles and methods of prioritizing projects using the example of 10 components. This considers the total budget of the program, as well as its resource intensity. The optimization task is formulated in the publication based on the results of the work performed. This publication is the main one for the further development of an algorithm that will allow solving priority tasks of continued airworthiness of both the fleet in operation and newly developed aircraft.

Key words: aircraft operation, aviation, component, project, program, planning, prioritization.

For citation: Bodrova, I.Y., Gostev, A.V., Fainburg, G.D. (2025). Aviation industry technological sovereignty optimization problem formulation. Civil Aviation High Technologies, vol. 28, no. 1, pp. 8–19. DOI: 10.26467/2079-0619-2025-28-1-8-19

Введение

Первоочередной задачей воздушного транспорта страны является обеспечение ее транспортной связанности. Введение в феврале 2022 года иностранными компаниями санкционных ограничений кардинально изменило условия и приоритеты развития авиационной отрасли. Было прекращено взаимодействие по поставкам, ремонту и техническому обслуживанию комплектующих изделий самолетов.

Оперативные меры государственной поддержки позволили сохранить инфраструктуру и эксплуатируемый парк воздушных судов (ВС). Реализуемая в настоящее время Комплексная программа развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года ставит своими целями обеспечение авиатранспортной связанности регионов и мобильности населения, поддержание необходимого уровня безопасности полетов, а также обеспечение технологического суверенитета в авиатранспортной отрасли. Для сохранения конкурентного рынка перевозок определяется количество ВС, которое требуется российским авиакомпаниям с учетом необходимости обновления и пополнения парка, формируется оптимальная номенклатура, объемы и сроки поставок ВС отечественного производства, формируются графики производства отечественных комплектующих, организуется полный цикл технического обслуживания и ремонта ВС си-

лами отечественных предприятий, сокращаются негативные последствия от введенных отдельными недружественными государствами ограничительных мер в отношении РФ, включающих поставки, обслуживание и лизинг ВС иностранного производства и компонентов.

На рис. 1 представлены прогнозные показатели поставок авиационной техники отечественного производства по годам согласно приложению 2 к Комплексной программе развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года (в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 4 мая 2024 года № 1102-р).

В текущих условиях российские предприятия сталкиваются со срочной необходимостью разработать механизмы, позволяющие продолжать эксплуатацию воздушного флота отечественными авиакомпаниями с обеспечением высокого уровня безопасности полетов [1, 2]. Ими была инициирована деятельность по проработке мероприятий, целью которых явилась локализация ремонтов авиационной техники иностранного производства на территории РФ, а также внесение изменений в типовую конструкцию определенного типа ВС, находящихся в эксплуатации, в части внедрения аналогичных (замещающих) комплектующих изделий (КИ) российского производства, которые в том числе проходят или прошли квалификацию для разрабатываемых новых отечественных самолетов [3].

"ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к комплексной программе развития
авиационной отрасли
Российской Федерации до 2030 года
(в редакции распоряжения
Правительства Российской Федерации
от 4 мая 2024 г. № 1102-р)

ПРОГНОЗНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
поставок авиационной техники отечественного производства по годам

Тип воздушного судна	Вместимость, человек	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 год	2028 год	2029 год	2030 год	Всего, единиц
Самолеты:											
SSJ-NEW	98 - 103	-	-	-	-	30	28	28	28	28	142
МС-21-310	181 - 211	-	-	-	9	31	36	50	72	72	270
Ил-114-300	64 - 68	-	-	-	-	3	12	12	12	12	51
Ту-214	150 - 215	1	1	1	4	7	17	28	28	28	115
Ил-96-300	237 - 300	1	1	-	2	1	2	2	3	2	14
ТВРС-44 "Ладога"	44	-	-	-	-	-	-	35	35	35	105
"Осей" (ЛМС-192)	15 - 19	-	-	-	-	-	20	46	46	46	158
"Байкал" (ЛМС-901)	9	-	-	-	5	25	25	25	25	34	139
Итого		2	2	1	20	97	140	226	249	257	994

Рис. 1. Прогнозные показатели поставок авиационной техники отечественного производства
Fig. 1. Supply forecast of domestic aircraft

Методы и методология исследования

Первоочередной задачей при планировании корректирующих мероприятий является формирование перечня КИ, решения по которым должны быть приняты в приоритетном порядке [4, 5]. Для самолетов, находящихся в эксплуатации, выполняется сравнительный инженерный анализ выбытия флота ВС при условии реализации описанных выше мероприятий, а также при их отсутствии. Его основным преимуществом является точность и базирование на реальных статистических данных, а не на прогнозировании и предположениях [6].

На рис. 2 черной сплошной линией отмечено количество ВС в эксплуатации по годам в случае отсутствия каких-либо мероприятий по обеспечению технологического суверенитета в части КИ. В то же время заштрихованная область диаграммы показывает число ВС при реализации импортозамещения. Как видно из графика на рис. 3, наибольший эффект данные мероприятия оказывают на временном проме-

жутке до 2029 года, так как последующее снижение количества ВС в эксплуатации происходит за счет их выбытия по ресурсу.

Помесячный график ввода в эксплуатацию новых ВС российского производства неизвестен. Принимаем, что передача их авиакомпаниям производится ежегодно в декабре. Таким образом, графики выбытия парка ВС и вновь разрабатываемых и вводимых в эксплуатацию самолетов принимают вид, представленный на рис. 4.

Сравнительный инженерный анализ показывает, что даже при условии ввода в эксплуатацию новых ВС их выбытие происходит настолько быстро, что существенно снижает общее количество исправных самолетов. В этих условиях естественен переход к каннибализму – выбираются одна или несколько единиц оборудования для того, чтобы обеспечить снабжение запасными элементами оставшихся единиц оборудования [7].

При выполнении анализа в рамках данного исследования не учитывается возможность каннибализации, а также ремонта или технического обслуживания иностранного КИ на

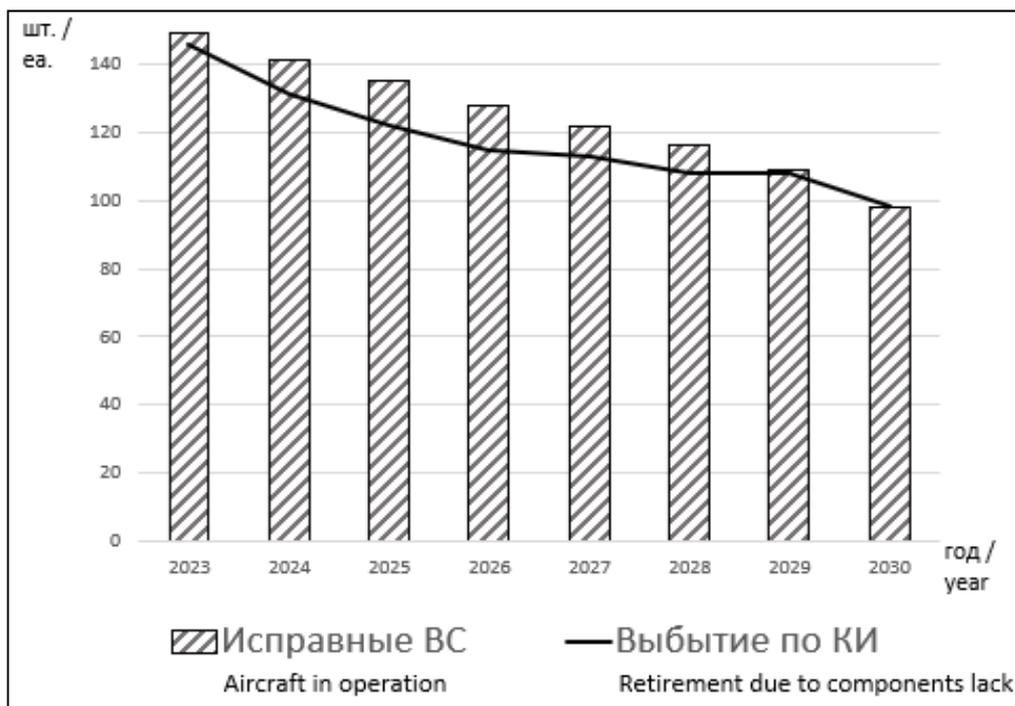


Рис. 2. График выбытия флота воздушных судов с учетом выбытия по причине отсутствия комплектующих изделий
Fig. 2. Aircraft fleet retirement schedule considering the retirement due to components lack

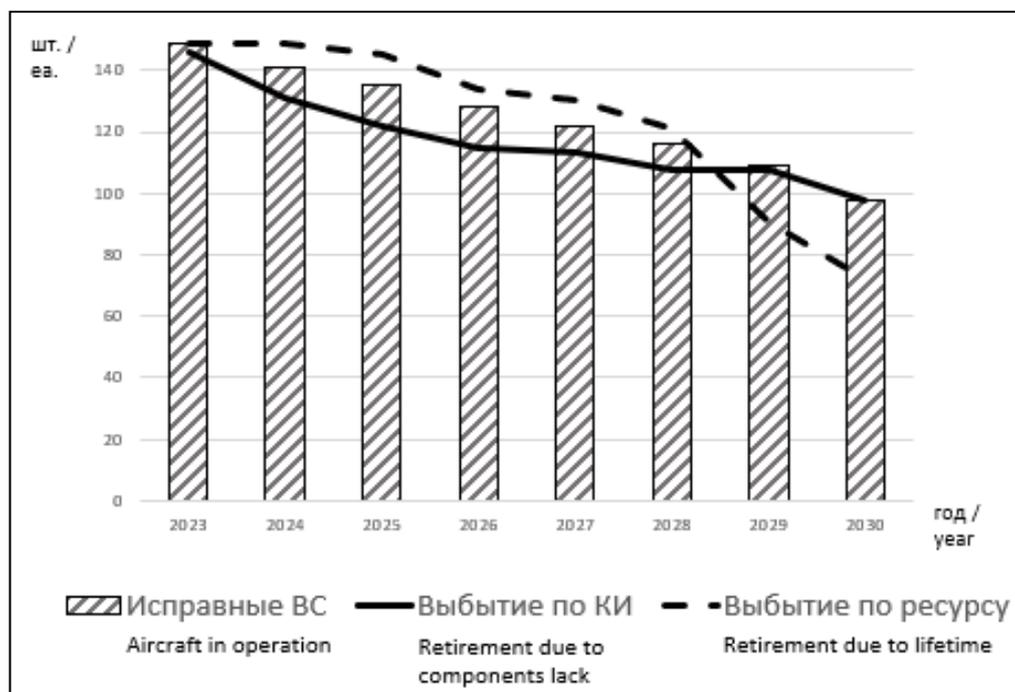


Рис. 3. График выбытия флота воздушных судов с учетом выбытия по ресурсу
Fig. 3. Aircraft fleet retirement schedule considering the retirement due to lifetime

российском отраслевом предприятии. Каждое КИ рассматривается независимо, принимая, что КИ не оказывают влияния друг на друга.

Все вышеизложенное доказывает необходимость построения глобальной математической модели и последующей формулировки

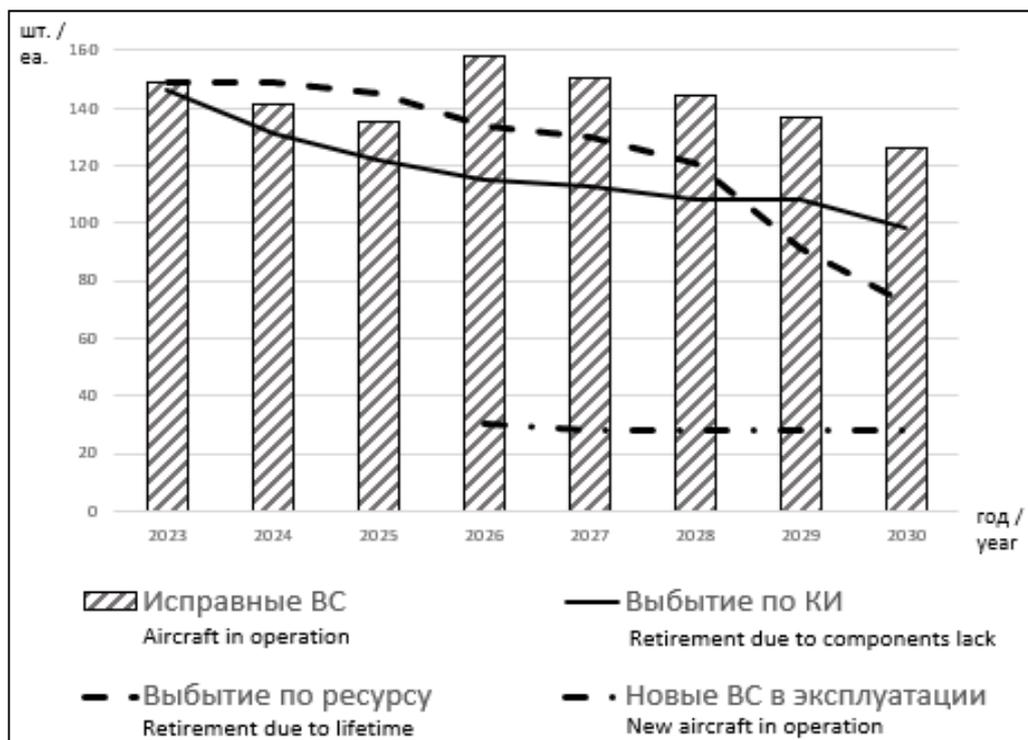


Рис. 4. График изменения количества воздушных судов в эксплуатации
Fig. 4. Aircraft in operation number changes schedule

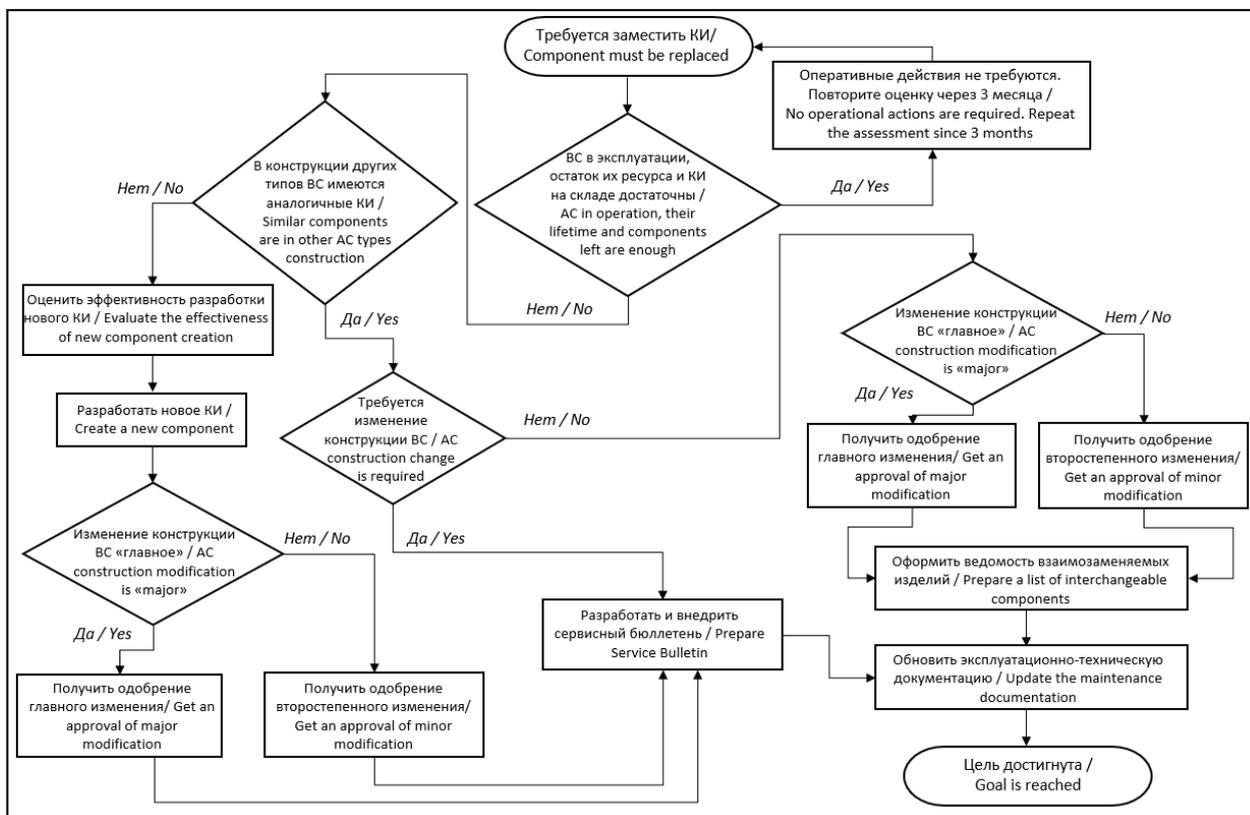


Рис. 5. Блок-схема процесса обеспечения технологического суверенитета
Fig. 5. Process of technological sovereignty ensuring flowchart

на ее основе математической задачи оптимизации. При этом дать ее исчерпывающее представление с учетом всех имеющихся внутренних связей объектов, а также воздействий внешних факторов довольно затруднительно. На основании [8] в таком случае, как правило, необходимо выделить и учитывать в дальнейшем только наиболее важные стороны исследуемого объекта с тем, чтобы было возможным его математическое описание, а также последующее решение поставленной задачи, при этом неучтенные факторы не должны существенно влиять на окончательный результат оптимизации.

В данном исследовании представлена разработанная авторами блок-схема процесса обеспечения технологического суверенитета, где входом является возникшая потребность в импортозамещении КИ на ВС, находящихся в эксплуатации. Данная схема используется для детализации процесса, а также отображает последовательность требуемых к выполнению операций.

На рис. 5 показано, что с целью внедрения в типовую конструкцию ВС альтернативного изделия отечественного производства необходимо выполнить последовательность действий, характерную для процессного подхода [9].

Таким образом, деятельность по обеспечению технологического суверенитета парка ВС, находящихся в эксплуатации, целесообразно рассматривать в качестве множества проектов. В таком случае каждое из внедряемых изменений в типовую конструкцию ВС можно принять за отдельный проект [10]. При этом все они конкурируют как за финансовые, так и за организационные ресурсы разработчика ВС, отраслевых производственных предприятий и сертификационных центров. Следовательно, внедрение комплектующих изделий российского производства в типовую конструкцию ВС является программой, управление которой позволяет получить максимальный эффект от процесса импортозамещения [11].

Для обеспечения наиболее эффективной эксплуатации ВС необходимо, чтобы их количество в парке было максимально возможным [12]. В настоящей работе не рассматри-

вается процесс ввода в эксплуатацию новых ВС, как не зависящий от обеспечения технологического суверенитета авиационной отрасли. Считается, что он не оказывает существенного влияния на выбытие ВС, находящихся в данный момент в эксплуатации.

Достижение максимально возможного числа ВС в парке осуществимо в случае реализации наиболее приоритетных проектов программы [13]. Такая задача решается в рамках управления программой [14].

Известно, что наивысшим приоритетом обладают те проекты, эффект от которых больше, а затраты меньше [15]. При этом для обеспечения технологического суверенитета требуется реализовывать проекты параллельно [16].

В данном исследовании в качестве допущения принимается отсутствие синергии – влияния эффекта от ранее выполненных проектов программы на последующие проекты. В то же время эффект от завершенных проектов не увеличивает бюджет программы в целом [17].

Принимая за V_i приоритет от i -го проекта, суммарный приоритет программы, включающей в себя n проектов, можно записать в виде

$$SUM = V_1P_1 + V_2P_2 + \dots + V_nP_n, \quad (1)$$

где переменные P_i принимают значение 1, если проект реализуется, и значение 0, если проект откладывается.

Для дальнейшей формулировки задачи оптимизации за целевую функцию принимается SUM . Таким образом, задача оптимизации в рамках реализации технологического суверенитета авиационной отрасли может быть сформулирована следующим образом.

Для обеспечения наиболее эффективной эксплуатации ВС необходимо, чтобы их количество в парке было максимально возможным. Таким образом, задача оптимизации в рамках реализации технологического суверенитета авиационной отрасли может быть сформулирована так:

$$SUM \rightarrow \max. \quad (2)$$

Ограничениями в данном случае служат:

– суммарный бюджет реализуемых проектов по внедрению КИ российского производства в типовую конструкцию ВС, находящихся в эксплуатации, в рамках программы:

$$C_1P_1 + C_2P_2 + \dots + C_nP_n \leq C; \quad (3)$$

– ресурсоемкость программы:

$$L_1P_1 + L_2P_2 + \dots + L_nP_n \leq L. \quad (4)$$

Программа по обеспечению технологического суверенитета авиационной отрасли предполагает поэтапную реализацию [18]. В таком случае запуск хотя бы одного проекта в части внедрения КИ российского производства в типовую конструкцию ВС при условии достаточности бюджета и ресурсов, частично восстанавливающихся после завершения ранее запущенного проекта, является очередным этапом программы. При этом ограничения по C_i и L_i , приведенные выше, изменяются на каждом последующем этапе.

Для дальнейшего формирования перечня приоритетных КИ требуется учесть данные в виде количества оставшихся на складах КИ иностранного производства, а также данные по их надежности и оценке их отказов в эксплуатации. В то же время процесс импортозамещения КИ должен обеспечивать безопасную эксплуатацию авиационной техники с заданным уровнем регулярности полетов.

Искомый параметр V_i , позволяющий сформировать и отсортировать список наиболее критичных КИ, вычисляется следующим образом:

$$V_i = \left(T_i - \frac{S_i}{U_i} \right). \quad (5)$$

Здесь T_i – период времени, в течение которого необходимо обеспечить эксплуатацию ВС за счет имеющегося на складе запаса КИ. Как было показано выше на рис. 3, данные мероприятия будут эффективны в течение ближайших 72 месяцев. Следовательно, в рамках данного исследования принимаем значение T_i равным 72 месяцам. Также здесь S_i – остаток

исправных КИ на складах, U_i – текущий расход КИ в эксплуатации в единицу времени.

Параметр U_i определяется исходя из числа КИ одного типа, установленных на ВС, планового парка ВС и его планового налета, а также статистики отказов и показателей надежности КИ (MTBUR):

$$U_i = \frac{n_i \cdot P_i \cdot F_i}{MTBUR_i}. \quad (6)$$

Здесь n_i – количество КИ одного типа, установленных на одном ВС, P_i – плановое количество ВС в эксплуатируемом парке (по данным 2023 года, представленным на рис. 2, данный параметр принимает значение 149), F_i – налет на одно ВС, $MTBUR_i$ – Mean Time Between Unscheduled Removals – среднее время между внеплановыми съемами КИ.

Результаты исследования

По результатам проведенного сравнительного инженерного анализа был сформирован и приоритизирован перечень из 987 КИ, оказывающих наибольшее влияние на дальнейшую эксплуатацию парка ВС. Необходимые технические решения по каждому из них были классифицированы в соответствии с блок-схемой процесса, представленной на рис. 5, следующим образом:

- замена иностранного КИ аналогичным сертифицированным отечественным изделием без необходимости дополнительной доработки;
- замена иностранного КИ аналогичным сертифицированным отечественным изделием с необходимостью дополнительной доработки конструкции ВС;
- разработка абсолютно нового российского КИ и его последующее внедрение в типовую конструкцию ВС.

В рамках программы по обеспечению технологического суверенитета авиационной отрасли рассмотрено 987 проектов, по числу отобранных и приоритизированных КИ. Результаты проведенного исследования представлены ниже на примере 10 позиций.

Таблица 1
Table 1

Приоритизированный перечень КИ
Components prioritized list

№	Наименование / Name	S, остаток на складе, шт. / stock balance, ea (each)	MTBUR	Количество на ВС, шт. / Quantity per aircraft, ea (each)	U, расход КИ, шт/мес / component consumption, ea (each)/month	V, мес. / month
1	Датчик / Sensor	2	11 077	1	2,06	71,0
2	Заслонка / Valve	4	12 378	2	3,68	70,9
3	Насос / Pump	5	49 071	3	1,39	68,4
4	Клапан / Gate	9	32 714	2	1,39	65,5
5	Пульт / Board	7	22 900	1	0,99	65,0
6	Антенна / Antenna	76	11 644	3	5,87	59,0
7	Сигнализатор / Alarm system	21	127 221	5	0,90	48,5
8	Вентилятор / Fan	8	149 902	2	0,30	45,7
9	Блок / Module	26	26 378	1	0,86	41,9
10	Компьютер / Computer	13	57 249	1	0,40	39,3

Таблица 2
Table 2

Технические решения
Technical solutions

№	Наименование / Name	Тип технического решения / Technical solution type	Длительность, мес. / Duration, month	Ресурсоемкость, % / Resource intensity, %	Стоимость, руб. / Price, rub.	Стоимость в 1 мес., руб. / Price per 1 month, rub.
1	Датчик / Sensor	Без доработки	2	15	175 645	87 823
2	Заслонка / Valve	Без доработки	2	15	202 587	101 294
3	Насос / Pump	Доработка	6	20	675 999	112667
4	Клапан / Gate	Доработка	6	20	543 897	90 650
5	Пульт / Board	Доработка	6	20	890 654	148 442
6	Антенна / Antenna	Доработка	6	20	789 566	131 594
7	Сигнализатор / Alarm system	Доработка	6	20	1 065 066	177 511
8	Вентилятор / Fan	Доработка	6	20	589 678	98 280
9	Блок / Module	Разработка нового	36	60	27 589 432	766 373
10	Компьютер / Computer	Разработка нового	36	60	31 654 389	879 289

Из табл. 1 видно, что наиболее критичным с точки зрения обеспечения технологического суверенитета является датчик, имеющий значение параметра $V = 71$ месяц. Иными словами, на рассматриваемом периоде времени 72 месяца имеющегося запаса на складе

при текущем налете эксплуатируемого парка ВС будет достаточно на 1 месяц.

Ресурсоемкость, длительность и стоимость каждого из проектов напрямую зависят от реализуемого в рамках него технического решения, определенного согласно блок-схеме

		1 мес	2 мес	3 мес	4 мес	5 мес	6 мес	7 мес	8 мес	9 мес	10 мес	11 мес	12 мес
1	Датчик												
2	Заслонка												
3	Насос												
4	Клапан												
5	Пульт												
6	Антенна												
7	Сигнализатор												
8	Вентилятор												
9	Блок												
10	Компьютер												

Рис. 6. Этапность реализации проектов в рамках программы
Fig. 6. Implementation stage within program framework

процесса обеспечения технологического суверенитета. Для рассматриваемых 10 КИ получаем данные, приведенные в табл. 2.

В рамках данного исследования приняты следующие ограничения задачи оптимизации:

- суммарный бюджет реализуемых проектов С составляет 1 000 000 руб.;
- ресурсоемкость программы L составляет 100 %.

Ограничения для первого этапа реализации программы с учетом приоритетности проектов:

$$87\,823 \cdot 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 131\,594 \cdot 1 + 0 + 0 + 766\,373 \cdot 1 + 0 \leq 1\,000\,000; \quad (7)$$

$$15\% \cdot 1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 20\% \cdot 1 + 0 + 0 + 60\% \cdot 1 + 0 \leq 100\%. \quad (8)$$

Этапность реализации проектов в рамках программы может быть представлена в виде диаграммы Ганта [19].

На рис. 6 показана реализация проектов на примере 12 месяцев. Видно, что после завершения каждого из них происходит высвобождение ресурсов. При этом бюджетные средства, выделяемые на период, накапливаются для следующего этапа [20]. Это позволяет начать реализацию последующих проектов в соответствии с их приоритетом на втором этапе программы [21].

Обсуждение полученных результатов и заключение

Выполненное исследование показало, что обеспечение технологического суверенитета авиационной отрасли в части КИ является на сегодняшний день актуальной задачей. Необходимо минимизировать скорость выбытия ВС по КИ, обеспечив максимально возможное их количество в эксплуатации.

Для достижения данной цели авторами было предложено использовать базовые

принципы программного управления. С их помощью в работе была сформулирована задача оптимизации. Расчеты, выполненные на примере 10 КИ, показали удовлетворительный результат. В дальнейшем для решения поставленной задачи с использованием современного программного обеспечения предлагается произвести построение алгоритма.

Результаты настоящей работы могут быть использованы сотрудниками как конструкторских бюро, так и организаций по техническому обслуживанию и ремонту для создания эффективной стратегии поддержания летной годности парка ВС. Они позволяют сформировать планы разработки КИ, их закупок и поставок с учетом потребностей эксплуатирующих организаций.

Список литературы

1. Омаров З.Г. Проблемы эксплуатации авиационной техники на современном этапе // Военная мысль. 2022. № 4. С. 112–116.
2. Капогузов Е.А. Импортозависимость Российской гражданской авиационной про-

мышленности // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 58. С. 58–76. DOI: 10.17223/19988648/58/4

3. Романов М.И. Анализ современного состояния экспортного потенциала Российской продукции гражданского авиастроения // Индустриальная экономика. 2021. № 3-2. С. 89–96. DOI: 10.47576/2712-7559_2021_3_2_89

4. Rampersad-Jagmohan M., Wang Y. Predictive Analytics in Aviation Management // Advanced Manufacturing and Automation XIII. 2024. Vol. 1154. Pp. 401–406. DOI: 10.1007/978-981-97-0665-5_52

5. Verhoeff M., Verhagen W.J.C. Component maintenance planning optimization in defense aviation [Электронный ресурс] // Aerospace. 2023. Vol. 10, iss. 3. P. 255. DOI: 10.3390/aerospace10030255/ (дата обращения: 16.08.2024).

6. Новикова Т.В., Блинов А.А. Применение методов сравнительного подхода в российской практике // Chronos Journal. 2022. Т. 6, № 11 (73). С. 173–176. DOI: 10.52013/2658-7556-73-11-51

7. Киселев Ю.В., Киселев Д.Ю. Текущие представления об организации взаимодействия в системе технической эксплуатации авиационной техники // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1-5. С. 1407–1413.

8. Костин В.Н., Калинин А.Н. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие. Оренбург: ОГУ, 2008. 153 с.

9. Фадеева Н.В. Процессный подход к управлению: дефиниции и интерпретации // Экономика строительства. 2022. № 11. С. 30–37.

10. Бакланова Ю.О. Эволюция подхода к проектному управлению инновациями: инициатива, проект, программа, портфель // Современные технологии управления. 2012. № 3. С. 1–8.

11. Ицкович А.А. Повышение эффективности процессов поддержания летной годности воздушных судов на основе методологии управления проектами / А.А. Ицкович, А.О. Чернов, Г.Д. Файнбург, И.А. Файнбург // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 1. С. 26–35.

12. Kul R.H., Ates M. A Comprehensive review on the global aviation industry and aircraft maintenance management processes [Электронный ресурс] // Izlek Akademik Dergi. 2024. Vol. 6, iss. 1. Pp. 20–36. DOI: 10.53804/izlek.1460088/ (дата обращения: 16.08.2024).

13. Кандыбко Н.В. Проектный подход к управлению инновационно-инвестиционной деятельностью предприятий оборонно-промышленного комплекса // Вестник московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: экономика и управление. 2013. № 2 (4). С. 52–58.

14. Borhan N.H. Requirements prioritization in agile projects: from experts' perspectives / N.H. Borhan, H. Zulzalil, S. Hassan, N.M. Ali // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2022. Vol. 100, no. 19. Pp. 5710–5723.

15. Сапегина О.А., Сумина Е.В. Приоритизация проектов как основа стратегического развития компании в условиях кризиса // Экономика и социум. 2016. № 10 (29). С. 875–877.

16. Руденко М.Н., Субботина Ю.Д. Оценка зрелости проектного управления организации // Управленческое консультирование. 2019. № 7 (127). С. 50–55. DOI: 10.22394/1726-1139-2019-7-50-55

17. Wagner D.N. Learning from aviation project resource management to avoid project failure [Электронный ресурс] // PM World Journal. 2017. Vol. 6, iss. 2. 11 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/320839951_Learning_from_Aviation_Project_Resource_Management_to_avoid_Project_Failure (дата обращения: 20.08.2024).

18. Ciric D. Exploring the link between project management approach and project success dimensions: A structural model approach / D. Ciric, M. Delic, B. Lalic, D. Gracanin, T. Lolic [Электронный ресурс] // Advances in Production Engineering & Management. 2021. Vol. 16, iss. 1. Pp. 99–111. DOI: 10.14743/apem2021.1.387/ (дата обращения: 16.08.2024).

19. Петров Т.В. Сетевое планирование как инструмент управления проектами // Фо-

рум молодых ученых. 2017. № 6 (10). С. 1391–1397.

20. Богомолов Д.В., Харченко М.Э. Планирование деятельности авиационных подразделений при помощи средств управления проектами // Научный вестник МГТУ ГА. 2017. Т. 20, № 1. С. 88–96.

21. Ильдарханова А.К. Разработка модели финансовой эффективности портфеля проектов конструкторско-технологической подготовки производства на основе оптимизации загрузки участников проектной команды // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2018. Т. 11, № 3 (345). С. 256–268. DOI: 10.24891/fa.11.3.256

References

- 1. Omarov, Z.G.** (2022). Issues of aircraft exploitation at the present stage. *Voennaya mysl'*, no. 4, pp. 112–116. (in Russian)
- 2. Kapoguzov, E.A.** (2022). Import dependency of the Russian civil aviation industry: development prospects in the light of “sanctions 2022”. *Tomsk State University Journal of Economics*, no. 58, pp. 58–76. DOI: 10.17223/19988648/58/4 (in Russian)
- 3. Romanov, M.I.** (2021). Analysis of the current state of the export potential of Russian civil aircraft products. *Industrial Economics*, no. 3-2, pp. 89–96. DOI: 10.47576/2712-7559_2021_3_2_89 (in Russian)
- 4. Rampersad-Jagmohan, M., Wang, Y.** (2024). Predictive Analytics in Aviation Management. In: *Advanced Manufacturing and Automation XIII*, vol. 1154, pp. 401–406. DOI: 10.1007/978-981-97-0665-5_52
- 5. Verhoeff, M., Verhagen, W.J.C.** (2023). Component maintenance planning optimization in defense aviation. *Aerospace*, vol. 10, issue 3, p. 255. DOI: 10.3390/aerospace10030255/ (accessed: 16.08.2024).
- 6. Novikova, T.V., Blinov, A.A.** (2022). Application of comparative approach methods in Russian practice. *Chronos Journal*, vol. 6, no. 11 (73), pp. 173–176. DOI: 10.52013/2658-7556-73-11-51 (in Russian)
- 7. Kiselev, Y.V., Kiselev, D.Y.** (2014). Current ideas about the organization interactions in technical maintenance system of aircraft equipment. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, vol. 16, no. 1-5, pp. 1407–1413. (in Russian)
- 8. Kostin, V.N., Kalinin, A.N.** (2008). Methods of optimization in examples and tasks: Tutorial. Orenburg: OGU, 153 p. (in Russian)
- 9. Fadeeva, N.V.** (2022). Process approach to management: definitions and interpretations. *Ekonomika stroitelstva*, no. 11, pp. 30–37. (in Russian)
- 10. Baklanova, Yu.O.** (2012). Evolution of the approach to project innovation management: initiative, project, program, portfolio. *Sovremennyye tekhnologii upravleniya*, no. 3, pp. 1–8. (in Russian)
- 11. Itskovich, A.A., Chernov, A.O., Fainburg, G.D., Fainburg, I.A.** (2017). Increasing the aircraft airworthiness maintenance efficiency based on the project management methodology. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 1, pp. 26–35. (in Russian)
- 12. Kul, R.H., Ates, M.** (2024). A comprehensive review on the global aviation industry and aircraft maintenance management processes. *Izlek Akademik Dergi*, vol. 6, issue 1, pp. 20–36. DOI: 10.53804/izlek.1460088/ (accessed: 16.08.2024).
- 13. Kandibko, N.V.** (2013). Project methods in management of defense-industrial complex innovation and investment activity. *Vestnik moskovskogo universiteta im. S.Yu. Vitte. Seriya 1: ekonomika i upravleniye*, no. 2 (4), pp. 52–58. (in Russian)
- 14. Borhan, N.H., Zulzalil, H., Hassan, S., Ali, N.M.** (2022). Requirements prioritization in agile projects: from experts' perspectives. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 100, no. 19, pp. 5710–5723.
- 15. Sapegina, O.A., Sumina, E.V.** (2016). Projects prioritization as a basis for a strategic development of a company in a crisis. *Ekonomika i sotsium*, no. 10 (29), pp. 875–877. (in Russian)
- 16. Rudenko, M.N., Subbotina, Y.D.** (2019). The organization's project management

maturity assessment. *Upravlencheskoye konsul'tirovaniye*, no. 7, pp. 50–55. (in Russian)

17. **Wagner, D.N.** (2017). Learning from Aviation project resource management to avoid project failure. *PM World Journal*, vol. 6, issue 2, 11 p. Available at: https://www.researchgate.net/publication/320839951_Learning_from_Aviation_Project_Resource_Management_to_avoid_Project_Failure (accessed: 20.08.2024).

18. **Ciric, D., Delic, M., Lalic, B., Gracanin, D., Lolic, T.** (2021). Exploring the link between project management approach and project success dimensions: A structural model approach. *Advances in Production Engineering & Management*, vol. 16, issue 1, pp. 99–111. DOI: 10.14743/apem2021.1.387/ (accessed: 16.08.2024).

19. **Petrov, T.V.** (2017). Network planning as a project management tool. *Forum molodykh uchyenykh*, no. 6 (10), pp. 1391–1397. (in Russian)

20. **Bogomolov, D.V., Kharchenko, M.E.** (2017). Planning the work of aviation units using project management tools. *Civil Aviation High Technologies*, vol. 20, no. 1, pp. 88–96. (in Russian)

21. **Ildarkhanova, A.K.** (2018). Development of a model of financial efficiency of design and technological preproduction project portfolio on the basis of project team members employment optimization. *Financial Analytics: Science and Experience*, vol. 11, no. 3 (345), pp. 256–268. DOI: 10.24891/fa.11.3.256 (in Russian)

Сведения об авторах

Бодрова Ирина Евгеньевна, аспирант кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей МГТУ ГА, irisha_i_b@mail.ru.

Гостев Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и сертификации авиационной техники МАИ (НИУ), aleksgostev@yandex.ru.

Файнбург Григорий Давидович, кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации летательных аппаратов и авиационных двигателей МГТУ ГА, fain2000@mail.ru.

Information about the authors

Irina Y. Bodrova, Postgraduate Student of the Aircraft and Aircraft Engines Maintenance Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, irisha_i_b@mail.ru.

Aleksandr V. Gostev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Design and Certification of Aircraft Chair, Moscow Aviation Institute (National Research University), aleksgostev@yandex.ru.

Grigory D. Fainburg, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Aircraft and Aircraft Engines Maintenance Chair, Moscow State Technical University of Civil Aviation, fain2000@mail.ru.

Поступила в редакцию	11.09.2024	Received	11.09.2024
Одобрена после рецензирования	11.11.2024	Approved after reviewing	11.11.2024
Принята в печать	23.01.2025	Accepted for publication	23.01.2025