

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

Кафедра технической эксплуатации ЛА и АД

А.А. Ицкович, Г.Д. Файнбург, И.А. Файнбург

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.
УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ
И ПРОЦЕССАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ.
УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ
И ПРОЦЕССАМИ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Учебно-методическое пособие
по проведению практических занятий
«Анализ эффективности
процесса технической эксплуатации
самолета SSJ-100»

*для студентов
направлений 25.03.01, 25.04.01
специальности 25.05.05
всех форм обучения*

Москва
ИД Академии Жуковского
2024

УДК 629.7.083
ББК 052-08
И96

Рецензент:
Босых Н.Н. – канд. техн. наук

Ицкович А.А.

И96

Эффективность процессов технической эксплуатации летательных аппаратов. Управление системами и процессами эксплуатации. Управление системами и процессами технической эксплуатации летательных аппаратов [Текст] : учебно-методическое пособие по проведению практических занятий «Анализ эффективности процесса технической эксплуатации самолета SSJ-100» / А.А. Ицкович, Г.Д. Файнбург, И.А. Файнбург. – М.: ИД Академии Жуковского, 2024. – 28 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с учебными планами и рабочими программами учебных дисциплин «Эффективность ПТЭ ЛА», «Управление системами и процессами эксплуатации», «Управление системами и процессами ТЭЛА» для студентов направлений подготовки 25.03.01, 25.04.01 и специальности 25.05.05 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 09.03.2024 г. и методических советов по направлению 25.03.01 – 14.03.2024 г., по специальности 25.05.05 – 20.03.2024 г., по направлению 25.04.01 – 21.03.2024 г.

УДК 629.7.083
ББК 052-08

© Московский государственный технический университет гражданской авиации, 2024

1. Общие положения

1.1. Целью проведения практических занятий является овладение знаниями по анализу и повышению эффективности процессов технической эксплуатации летательных аппаратов.

1.2. Практическое занятие проводится с использованием программы Microsoft Excel.

1.3. По результатам выполнения практического занятия студент составляет отчёт. Отчёт должен содержать тему и цель работы, исходные данные, построенные диаграммы, ответы на вопросы и выводы.

2. Характеристика практических занятий

Практическое занятие №1. Тема: Анализ эффективности процессов технической эксплуатации самолета SSJ-100.

Практическое занятие №2. Тема: Повышение эффективности процессов технической эксплуатации самолета SSJ-100.

3. Методические указания по выполнению практических занятий

3.1. Практическое занятие №1

Тема: Анализ эффективности процессов технической эксплуатации самолета SSJ-100.

Цель: Овладение навыками и знаниями по анализу эффективности процессов технической эксплуатации летательных аппаратов на основе отчетной документации авиакомпании по надежности.

Основной задачей обеспечения эффективности процессов технической эксплуатации (ПТЭ) летательных аппаратов (ЛА) является разработка и реализация методов обеспечения их эффективности при проектировании, производстве и эксплуатации [1].

Повышение эффективности ПТЭ ЛА может быть достигнуто двумя путями. Первый связан с повышением технического уровня (качества) системы ПТЭ ЛА, совершенствованием её элементов, в том числе конструктивно-эксплуатационных свойств ЛА, средств её технической эксплуатации. Второй путь предполагает совершенствование системы управления эффективностью ПТЭ ЛА, в том числе формирование эффективных программ ТОиР, разработку методов текущего планирования и оперативного управления.

Степень достижения главной цели управления ПТЭ ЛА характеризуется системой показателей эффективности.

Показатель эффективности – мера степени соответствия реального результата операции требуемому и мера достижения цели операции.

Целевой подход к управлению эффективностью ПТЭ ЛА позволяет разделить общую цель системы эксплуатации ЛА на ряд подцелей путем построения многоуровневой структуры. При управлении эффективностью на каждом уровне используется свой локальный критерий, не противоречащий

общему и соответствующий целям задач, решаемых на верхнем уровне. В целевом подходе существенным является то, что при формировании целей управления на более низких уровнях уже учитывается генеральная цель в виде подцели своего уровня.

Главной целью системы ПТЭ ЛА является полное и своевременное удовлетворение потребностей в исправных ЛА, обеспечение их безотказности и интенсивности использования по назначению при минимальных затратах времени, труда и средств на ТОиР.

Для достижения главной цели системы ПТЭ ЛА необходимо обеспечить осуществление совокупности взаимосвязанных основных целей, определяющих области и целевую направленность деятельности предприятий и их подразделений по повышению эффективности ПТЭ ЛА (таблица 1).

Таблица 1

Основные цели деятельности по повышению эффективности ПТЭ ЛА

№ п/п	Область деятельности	Основные цели деятельности
1	Планирование использования ЛА по назначению	Обеспечение потребного уровня готовности, исправности и интенсивности использования ЛА, снижение затрат времени на ТОиР
2	Повышение качества ТОиР ЛА	Обеспечение (повышение) безотказности, долговечности и сохраняемости ЛА
3	Улучшение использования ресурсов при ТОиР ЛА	Повышение эффективности использования ресурсов, снижение трудовых и материальных затрат на ТОиР
4	Научно-техническое развитие производства	Совершенствование производственно-технической базы, стратегий, методов и режимов ТОиР в соответствии с новейшими достижениями науки, техники, технологии и организации производства, обеспечивающее постоянное повышение эффективности ПТЭ ЛА

При установлении состава показателей, к ним предъявляются следующие требования:

- показатели эффективности ПТЭ ЛА должны отражать предъявляемые к ним требования по обеспечению безотказности, интенсивности использования и экономичности эксплуатации ЛА;
- состав показателей должен быть необходимым и достаточным для решения задач будущего и текущего планирования, оперативного управления, оценки и стимулирования повышения эффективности ПТЭ ЛА;
- показатели должны рассчитываться на основе данных существующих форм учета и отчетности, необходимость во введении дополнительных форм учета и отчетности должна быть минимизирована;

- расчет показателей должен быть простым и нетрудоемким, выполняемым как с помощью калькулятора, так и на ЭВМ;
- должна быть соблюдена максимальная преемственность вводимых вновь показателей по отношению к используемым в настоящее время;
- показатели должны нормироваться, удовлетворять требованиям полноты, точности, адекватности и достоверности;
- показатели эффективности ПТЭ ЛА должны быть связаны с показателями системы эксплуатации ЛА.

Управление эффективностью ПТЭ ЛА предусматривает эффективное и планомерное использование всех технических, экономических, организационных и социальных возможностей для достижения целей системы ПТЭ ЛА.

Для управления эффективностью ПТЭ ЛА предложена система показателей, отражающих выполнение основных требований, предъявляемых на различных уровнях организационной структуры инженерно-авиационной службы гражданской авиации по обеспечению безопасности, регулярности, интенсивности использования и экономичности эксплуатации ЛА [2].

Система показателей эффективности включает обобщенные, частные, относительные, единичные и комплексные показатели (таблица 2).

Обобщенные показатели характеризуют эффективность процесса в целом, не различая причин, вызвавших их изменение.

К единичным показателям, которые характеризуют достижение отдельных целей управления, относят следующие группы показателей:

- Показатели безотказности АТ и безопасности полетов ЛА;
- Показатели регулярности отправления ЛА в рейсы;
- Показатели использования ЛА по времени;
- Показатели экономичности ПТЭ ЛА.

Для проведения анализа эффективности ПТЭ самолета SСJ-100 используются эксплуатационные данные российской авиакомпании за 2018 г., представленные в отчете по надежности.

Основные статистические данные приведены в таблице 4 и включают информацию по 12 месяцам (предшествующих отчетному), а также среднемесячные показатели (за 12 месяцев и предшествующий год) по размеру парка ВС, налетам в часах и посадках (количество рейсов), среднесуточному налету и средней продолжительности рейса, показатели безопасности, регулярности и эксплуатационной надежности.

Показатели эффективности ПТЭ ЛА

Наименование показателя	Обозначения показателей	Оценка показателей			
		Расчетные формулы	Исходные данные		
1	2	3	4		
1. Безотказность ЛА и безопасность полетов					
1.1. Количество отказов, выявленных в полете на 1000 ч полета	$K_{1000П}$	$K_{1000П} = \frac{n_{п} \cdot 1000}{H}$	$n_{п}$ - суммарное количество отказов, выявленных в полете, H - наработка (налет) парка ЛА		
1.2. Количество отказов, приведенных к инцидентам на 1000 ч полета	$K_{1000инц}$	$K_{1000инц} = \frac{n_{инц} \cdot 1000}{H}$	$n_{инц}$ - суммарное количество отказов, приведенных к инцидентам, H - наработка (налет) парка ЛА		
1.3. Суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле на 1000 ч полета	$K_{1000сj}$	$K_{1000инц} = \frac{n_{сj} \cdot 1000}{H}$	$n_{сj}$ - суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле		
1.4. Нарботка на отказ	T_0	$T_0 = \frac{H}{n_{сj}}$	H - наработка (налет) парка ЛА		
1.5. Вероятность возникновения отказов, приведенных к инцидентам	$P_{инц}(t)$	$P_{инц}(t) = 1 - \frac{n_{инц}}{N_{п}}$	$n_{сj}$ - суммарное количество отказов и повреждений, выявленных в полете и на земле $n_{инц}$ - количество особых ситуаций в i -го вида за время t , $N_{п}$ - общее количество полетов		
2. Регулярность управления ЛА в рейсы					
2.1. Вероятность регулярности управления ЛА в рейсы с учетом задержек по техническим причинам	$P_{Рот}(t)$	$P_{Рот}(t) = 1 - \frac{n_3(t)}{N_{п}}$	$n_3(t)$ - количество задержек отправлений ЛА в рейсы по техническим причинам, $N_{п}$ - общее количество полетов		

	2	3	4
2.2. Средняя продолжительность задержки вылета по техническим причинам	$t_{з\text{ ср}}$	$t_{з\text{ ср}} = \frac{t_{з\text{ сум}}}{n_3(t)}$	$t_{з\text{ сум}}$ - суммарное время задержки рейсов, $n_3(t)$ - количество задержек отпавлений ЛА в рейсы по техническим причинам
3. Использование ЛА по времени			
3.1 Коэффициент использования на j-м уровне управления	$K_{Иj}$	$K_{Иj} = \frac{H}{T_j}$	H_j – налет парка ЛА на j-м уровне управления; T_j – календарный фонд времени парка ЛА на j-м уровне управления
3.2. Коэффициент исправности	$K_{Испрj}$	$K_{Испрj} = \frac{t_{Испрj}}{T_j}$	$t_{Испрj}$ – суммарное время пребывания парка ЛА в исправном состоянии на j-м уровне управления
3.3. Удельные простои ЛА по техническим причинам на j-м уровне управления	$K_{Пj}$	$K_{Пj} = \frac{t_{П\text{ сум}j}}{H}$	$t_{П\text{ сум}j}$ – суммарные простои парка ЛА по техническим причинам
3.4. Коэффициент эффективности использования на j-м уровне управления	$K_{ЭИj}$	$K_{ЭИj} = \frac{T_{j-1}}{T_j}$	T_{j-1}, T_j – фонд календарного времени на j-1, j уровне управления соответственно
4. Экономичность процессов			
4.1. Удельные трудовые затраты на техническую эксплуатацию ЛА	$\tau_{уд}$	$\tau_{уд} = \frac{\tau_{\text{ сум}j}}{H}$	$\tau_{\text{ сум}}$ – суммарные трудовые затраты на техническую эксплуатацию ЛА
4.2. Удельные материальные затраты на техническую эксплуатацию ЛА	$C_{уд}$	$C_{удM} = \frac{C_{\text{ сум}M}}{H}$	$C_{\text{ сум}M}$ – суммарные материальные затраты на техническую эксплуатацию ЛА
4.3. Удельная себестоимость работ по технической эксплуатации ЛА	$C_{уд}$	$C_{уд} = \frac{C_{\text{ сум}}}{H}$	$C_{\text{ сум}}$ – суммарные затраты по технической эксплуатации ЛА

Ниже приведены расчетные формулы и пояснения к терминам (таблица 3), используемым в отчете по надежности.

Средняя продолжительность рейса	=	$\frac{\text{Налет в часах за период}}{\text{Налет в посадках за период}}$
Задержки рейсов (на 100 посадок)	=	$\frac{\text{Кол-во задержек рейсов по технической причине за период} \times 100}{\text{Налет в посадках за период}}$
Отмены рейсов (на 100 посадок)	=	$\frac{\text{Количество отмен рейсов по технической причине за период} \times 100}{\text{Налет в посадках за период}}$
Инциденты (К1000)	=	$\frac{\text{Количество инцидентов за период} \times 1000}{\text{Налет в часах за период}}$
Замены ВС (на 100 посадок)	=	$\frac{\text{Количество замен ВС по технической причине за период} \times 100}{\text{Налет в посадках за период}}$
Средняя продолжительность задержек рейсов	=	$\frac{\text{Сумма продолжительности задержек рейсов за период}}{\text{Количество задержек рейсов за период}}$
Количество отказов АТ в полете/на земле (К1000)	=	$\frac{\text{Количество отказов АТ в полете/на земле за период} \times 1000}{\text{Налет в часах за период}}$
Коэффициент наземных сбоев эксплуатации	=	$\frac{\text{Количество наземных сбоев эксплуатации} \times 100}{\text{Налет в посадках}}$
Регулярность вылетов	=	$100 - \text{Коэффициент наземных сбоев эксплуатации (\%)}$
Коэффициент эксплуатационных прерываний	=	$\frac{\text{Количество эксплуатационных прерываний} \times 100}{\text{Налет в посадках}}$
Эксплуатационная надежность	=	$100 - \text{Коэффициент эксплуатационных прерываний (\%)}$

Динамика показателей регулярности вылетов и эксплуатационной надежности является важным предметом анализа, характеризующим тенденцию изменения эффективности ПТЭ ЛА и соответствие установленным нормативным уровням. Как видно из рисунков 1 и 2, на момент составления отчета нормативные уровни показателей еще не достигнуты, в то же время за период 2016-2018 гг. имеется устойчивая тенденция их роста, что свидетельствует о системном повышении эффективности ПТЭ ЛА.

Таблица 3

Пояснения к терминам, используемым в отчете по надежности

<i>Задержки рейсов:</i>	В расчет принимаются только первоначальные задержки рейсов, но не последующие, т.е. являющиеся следствием другой задержки рейса
<i>Отмены рейсов:</i>	В расчет принимаются только первоначальные отмены рейсов
<i>Инциденты:</i>	Аварийная посадка, разгерметизация, вынужденная посадка, аварийный выпуск шасси, неисправность одной из дублирующих систем, эвакуация на ВПП, возврат в аэропорт вылета, выключение двигателя в полете, задымление, пожар, прерванный взлет, повреждение посторонним предметом, изменение эшелона, попадание в грозу, срабатывание пожарной сигнализации в т.ч. ложное, возврат с РД
<i>Замены ВС:</i>	Замена ВС, являющегося неисправным по техническим причинам, с целью предотвращения возможной задержки или отмены рейса или для сокращения времени задержки. Только первоначальные замены ВС принимаются в расчет, не являющиеся следствием другой замены ВС
<i>Эксплуатационные прерывания:</i>	Наземные сбои эксплуатации + сбои, произошедшие в полете
<i>Наземные сбои:</i>	Задержки рейсов; отмены рейсов; возвраты с РД; прерванные взлеты; замены ВС
<i>Сбои, произошедшие в полете:</i>	Вынужденные посадки; возвраты в аэропорт вылета
<i>ОТКАЗ:</i>	Согласно СТО 26-2007: нарушение работоспособности изделия, т.е. такое событие, при котором изделие не способно выполнять заданные функции или его рабочие параметры вышли за пределы допусков, заданных нормативно-технической документацией, и для восстановления работоспособности требуется замена изделия (его элементов) или выполнение дополнительных работ. В настоящем отчете для расчета показателей надежности под отказом подразумевается любой дефект, отказ или повреждение, приведшие к нарушению работоспособности системы.
<i>Сигнальный уровень AL :</i>	Alert Level - уровень, определяемый по статистическим законам и призванный для выявления отклонений показателей надежности от ранее приемлемого стандарта

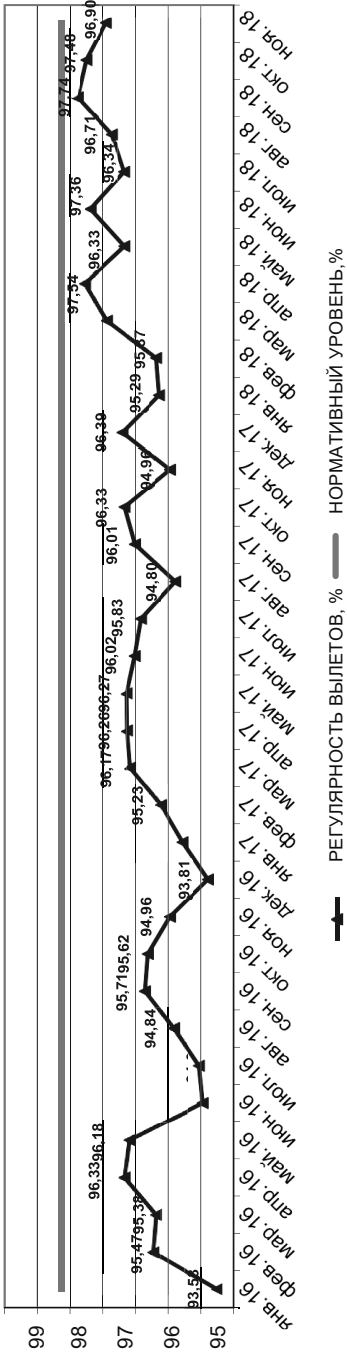


Рис. 1. Динамика показателя регулярности вылетов самолета SSJ-100 в 2016-2018 гг.

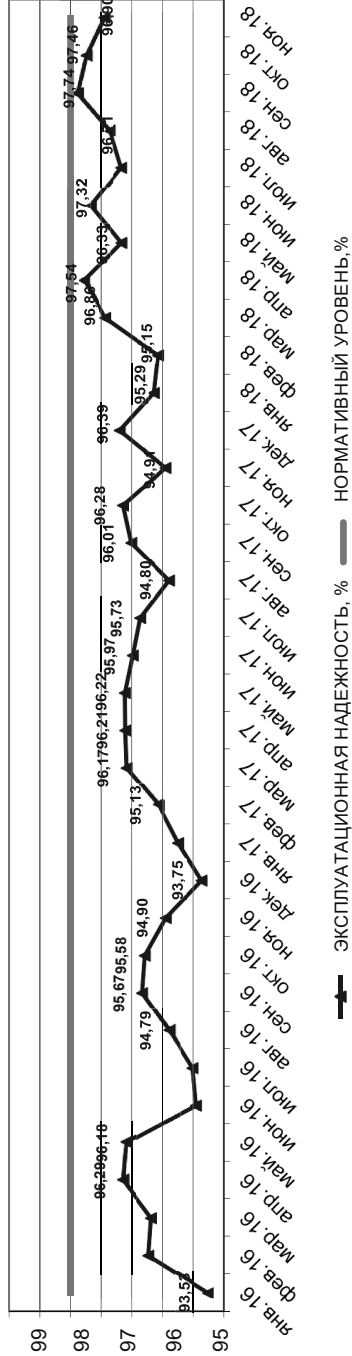


Рис. 2. Динамика показателя эксплуатационной надежности самолета SSJ-100 в 2016-2018 гг.

В таблице 5 даны показатели задержек вылета по техническим причинам и отменам рейсов помесечно и в среднем за 12 месяцев (аналогично таблице 3) отдельно по системам самолета.

Примечание. Значения показателей в таблице даны на 1000 посадок, в то время как стандартно используемый показатель $K_{100зв}$ рассчитывается на 100 посадок. Это необходимо учитывать при определении количества задержек и отмен за конкретный период.

Список систем ранжирован от большего к меньшему по показателям текущего месяца (ноябрь 2018 г.). При этом, рейтинг систем по показателям за 12 месяцев, предшествующих отчетному (столбец «дек.17 – ноя.18»), несколько отличается. Так, система шасси (АТА 32) по отказам, приводящим к задержкам вылета, находится на втором месте по статистике за год и только на седьмом по статистике за отчетный месяц. В дальнейшем для анализа мы будем использовать данные за последние 12 месяцев, учитывающие большее число значений и влияние сезонного фактора.

В таблицах 6-8 представлены данные по отказам всех систем самолета раздельно по источникам получения информации: отказы, выявленные в полете, отказы пассажирской кабины и отказы, обнаруженные на земле. Информация дана для тех же временных периодов, как и в таблице 5.

Задание

1. Сформировать таблицу в программе Excel, включающую столбцы таблицы 5 «системы» и «дек.17 – ноя.18» и дополнительно столбец «количество задержек», в котором разместить результат расчета. Внести в таблицу соответствующую информацию из таблицы 5.

2. Для каждой системы рассчитать количество задержек вылета и отмен рейсов по техническим причинам за год на основе эксплуатационных данных (таблица 4) по количеству рейсов (налет в посадках). Для расчета использовать столбец «12 мес.». Значения округлить до целых чисел.

Пример расчета для системы кондиционирования воздуха (АТА 21):

$$N = 5,52 * 2868,42 * 12 / 1000 = 190.$$

3. Сформировать таблицу в программе Excel, включающую столбцы таблиц 6-8 «системы» и «дек.17 – ноя.18» и дополнительно столбцы « K_{1000} » и «количество отказов», в которых разместить результат расчета. Внести в таблицу соответствующую информацию из таблиц 6-8.

4. Выполнить сортировку данных по номеру глав АТА в столбцах «системы». Найти суммарные значения показателей K_{1000} для каждой системы, поместив их в соответствующий столбец.

5. Для каждой системы рассчитать количество отказов за год на основе эксплуатационных данных (таблица 4) по налету в часах. Для расчета использовать столбец «12 мес.». Значения округлить до целых чисел.

Пример расчета для системы кондиционирования воздуха (АТА 21):

$N = 12,57 * 4701,58 * 12 / 1000 = 709$, где 12,57 - K_{1000} для АТА 32, равен сумме показателей в полете (9,02), пассажирской кабины (0,55) и на земле (3,00).

6. Выполнить ранжирование данных в сформированных таблицах по количеству задержек вылетов и отказов в порядке убывания.

7. Определить десять систем, характеризующихся наибольшим количеством задержек и отмен рейсов. Определить для каждой из данных систем ее вклад в общее количество задержек и отмен рейсов, в процентах.

8. Определить десять функциональных систем, характеризующихся наибольшим суммарным количеством отказов. Определить по каждой из данных систем ее вклад в общее количество отказов, в процентах.

9. Выделить системы, являющиеся наиболее значимыми как по количеству отказов, так и по количеству задержек и отмен рейсов. Определить для этих систем процент отказов, приводящих к задержкам вылета или отменам рейса.

Например, для системы кондиционирования воздуха процент отказов, явившихся причиной задержек и отмен вылетов, составляет $190/709 = 26,8 \%$.

10. Рассчитать показатели K_{1000} и $K_{100зв}$ для каждой системы и самолета в целом с учетом изменения эксплуатационных данных парка ВС, представленных в таблице 9. Данные по количеству отказов, задержек и отмен вылетов использовать из ранее выполненных расчетов.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое показатель эффективности процесса и какие требования предъявляются к установлению состава показателей?
2. Назовите основные группы показателей эффективности ПТЭ ЛА.
3. Охарактеризуйте динамику показателя регулярности вылетов самолета SSJ-100 за период, приведенный в отчете по надежности.
4. Как рассчитать количество отказов, задержек вылетов и отмен рейсов на основании эксплуатационных данных, представленных в отчете по надежности?
5. На основании каких исходных данных рассчитывается суммарное количество отказов по функциональной системе самолета?
6. Рост каких показателей свидетельствует о повышении эффективности процесса ПТЭ ЛА?
7. Рост каких показателей свидетельствует о снижении эффективности процесса ПТЭ ЛА?

Таблица 4

Эксплуатационные данные парка самолетов SSI-100 российской авиакомпании

	СРЕДНЕЕ													
	2017	12 МЕС.	дек.17	январ.18	февр.18	мар.18	апр.18	май.18	июн.18	июл.18	авг.18	сен.18	окт.18	ноя.18
ПАРК ВС	31,2	44,3	37	39	41	42	42	42	45	45	48	50	50	50
НАЛЕТ В ЧАСАХ	3189,25	4701,58	3825	3847	3817	3934	4057	4258	4174	5283	5494	5624	5956	6150
НАЛЕТ В ПОСАДКАХ	1967,08	2868,42	2189	2291	2248	2389	2562	2728	2612	3310	3470	3456	3655	3511
СРЕДНЕСУТОЧНЫЙ НАЛЕТ	3,40	3,54	3,59	3,34	3,36	3,06	3,22	3,27	3,23	3,79	3,88	3,82	3,84	4,10
СРЕДНЯЯ ПРОДОЛ- ЖИТЕЛЬНОСТЬ РЕЙСА	1,62	1,64	1,75	1,68	1,70	1,65	1,58	1,56	1,60	1,60	1,58	1,63	1,63	1,75
ИНЦИДЕНТЫ (К1000)	1,10	1,17	0,52	0,78	3,14	1,53	0,99	1,41	0,72	1,14	0,73	0,71	1,85	0,81
ЗАДЕРЖКИ РЕЙСОВ НА 100 ПОСАДОК	2,55	2,00	2,51	3,10	3,07	2,05	1,44	2,27	1,57	2,11	1,82	1,42	1,45	1,97
СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТ. ЗАДЕРЖЕК РЕЙСОВ	2,44	1,17	1,85	1,07	1,35	1,67	1,08	1,15	1,47	0,85	1,03	0,85	1,25	0,71
ОТМЕНЫ РЕЙСОВ НА 100 ПОСАДОК	0,352	0,261	0,50	0,35	0,27	0,25	0,12	0,33	0,08	0,18	0,37	0,23	0,19	0,31
ЗАМЕНА ВС НА 100 ПОСАДОК	1,30	0,96	0,59	1,27	1,16	0,84	0,86	1,06	1,00	1,36	1,10	0,61	0,88	0,83
РЕГУЛЯРНОСТЬ ВЫЛЕТОВ, %	95,74	96,69	96,39	95,29	95,37	96,86	97,54	96,33	97,36	96,34	96,71	97,74	97,48	96,90
ВЫНУЖДЕННЫЕ ПОСАДКИ ИЛИ ВОЗВРАТ	0,75	0,58	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0
ПРЕВАННЫЙ ВЗЛЕТ	0,08	0,50	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
ВЫКЛЮЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ В ПОЛЕТЕ (IFSD)	0,08	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ВОЗВРАТ С РД	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ДРУГИЕ	2,58	4,42	2	3	4	6	1	6	2	6	4	4	10	5
ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ, %	95,69	96,67	96,39	95,29	95,15	96,86	97,54	96,33	97,32	96,34	96,71	97,74	97,46	96,90

Таблица 5

Задержки вылетов и отмены рейсов самолета SSI-100 по техническим причинам

СИСТЕМЫ	RRJ-95B ЗАДЕРЖКИ И ОТМЕНЫ РЕЙСОВ ПО КПП																	
	Дек.17	янв.18	Фев.18	мар.18	апр.18	май.18	июн.18	июл.18	авг.18	сент.18	окт.18	ноя.18	Кол-во К1000	сент.18	ноя.18	Дек.17	ноя.18	AL
	К1000 (количество задержек рейсов на 1000 циклов)													ноя.18	ноя.18	ноя.18		
21	5,94	9,17	6,67	2,51	3,9	8,06	6,13	5,74	4,03	4,05	4,38	24	6,84	5,08	5,52	10,02		
34	2,28	0,44	0,89	1,26	1,56	1,47	1,91	2,72	2,02	1,16	1,37	11	3,13	1,88	1,74	3,23		
38	0,46	1,75	3,11	3,77	0	0,37	0,77	1,21	0,86	0,58	0,55	10	2,85	1,32	1,31	3,49		
30	1,37	1,75	4	1,67	0,78	1,1	0	0,91	1,15	0,87	0,82	9	2,56	1,41	1,37	4,1		
52	3,65	6,55	2,67	1,67	0,39	2,2	1,91	2,11	0,86	1,45	1,37	4	1,14	1,32	2	5,79		
27	2,28	0,87	1,33	1,26	0,78	0,73	1,53	1,81	1,15	0,87	0,82	4	1,14	0,94	1,19	2,73		
32	4,11	3,93	1,33	2,51	1,95	1,83	0,38	2,72	2,88	2,03	1,37	3	0,85	1,41	2,09	4,72		
29	1,37	1,75	1,78	1,26	1,17	1,47	1,91	1,21	0,86	0,58	1,37	3	0,85	0,94	1,22	2,81		
36	1,37	0,44	0,44	1,26	0,39	1,47	0,38	0,3	0,29	0,58	0	2	0,57	0,38	0,58	1,71		
23	0,91	0,87	0,44	0	0,39	0,73	0	0	0,29	0	0,27	2	0,57	0,28	0,35	1,03		
24	0,46	0,44	1,33	0,42	0	0,37	0	0,3	0	0,29	0	2	0,57	0,28	0,32	1,31		
49	0,91	1,31	3,56	0	1,17	0,73	0	0,6	0,58	0	0	1	0,28	0,09	0,67	2,69		
28	1,37	0	0	0	0	0,37	0	0,3	0,58	1,45	0,27	1	0,28	0,66	0,41	1,85		
78	0,91	0,44	0,44	0	0	0,37	0	0,3	0	0,29	0,82	1	0,28	0,47	0,29	1,18		
80	0	0	0,89	0,84	0	0	0,38	0,3	0,29	0	0	1	0,28	0,09	0,23	0,86		
26	0	0,87	0	0	0	0,73	0	0	0,29	0	0	1	0,28	0,09	0,17	0,76		
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0,29	0	1	0,28	0,19	0,09	0,18		
23	0,91	1,31	2,22	0,42	1,17	1,1	0,77	0,3	2,59	0,58	1,37	0	0,66	1,05	3,11			
73	0,46	0,44	0,89	0,84	0,78	0,37	0,38	0,91	0,86	0,58	0,55		0	0,38	0,58	1,19		
31	0,46	0,87	0,44	0	0,73	0	0,3	0,3	0,58	0	0		0	0	0,26	0,91		
22	0,44	0	0,44	0	0,84	0	0,37	0	0	0	0,27		0	0,09	0,15	1,11		
35	0	0	0	0,42	0,39	0,37	0	0,3	0,29	0	0		0	0	0,15	0,5		
56	0	1	0	0,42	0	0	0	0	0,58	0	0,27		0	0,09	0,15	0,84		
50	0	0	0,44	0,42	0	0	0	0	0,58	0	0		0	0	0,12	0,64		
71	0	0	0	0,84	0	0	0	0,3	0,29	0	0		0	0	0	0,92		
77	0	0,44	0	0	0,39	0	0	0,3	0	0,29	0		0	0,09	0,12	0,51		
57	0	0	0	0	0,39	0,37	0	0	0	0,29	0		0	0,09	0,09	0,35		
46	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0		0	0,09	0,06	0,75		
55	0,46	0	0	0,42	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0,06	0,4		
79	0	0	0	0	0	0,37	0	0	0	0,27	0		0	0,09	0,06	0,73		
45	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0		0	0	0,03	0,19		
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,27		0	0,09	0,03	0		
72	0	0	0,44	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0,03	0,28		
74	0	0	0	0	0	0,37	0	0	0	0	0		0	0	0,03	0,38		
Total	30,15	35,05	33,36	23,02	15,61	26,03	16,46	22,96	21,9	16,49	16,42	80	22,79	18,55	22,6			

Отказы самолета SSJ-100, выявленные в полете

СИСТЕМЫ	RRJ-95B ОТКАЗЫ, ВЫЯВЛЕННЫЕ В ПОЛЕТЕ												ноя.18	К1000	ноя.18	сен.18	окт.18	Кол-во	ноя.18	сен.18	окт.18	ноя.18	сен.18	окт.18	ноя.18	сен.18	окт.18	ноя.18	AL
	дек.17	январ.18	февр.18	мар.18	апр.18	май.18	июн.18	июл.18	авг.18	сентя.18	окт.18	ноя.18																	
	25,1	21,58	21,48	11,18	23,17	27,95	75,47	74,77	70,26	40,9	36,77	123																	
34	Пилотажно-навигационное оборудование	9,15	6,72	8,38	10,17	7,80	11,98	13,66	8,14	7,28	6,05	9,07	54	8,78	8,01	13,78													
31	Кондиционирование воздуха	2,61	9,66	3,67	5,59	5,87	4,23	6,71	4,16	4	4,98	5,04	41	6,67	5,58	8,98													
22	Шасси	6,27	9,1	9,96	8,13	10,11	10,8	9,1	8,33	7,64	9,07	10,24	37	6,02	8,4	8,67													
23	Связное оборудование	6,54	5,46	4,72	5,08	5,82	6,11	4,55	5,49	4,19	4,62	5,04	37	6,02	5,25	8,03													
30	Пропеллеры двигателя	2,61	3,38	2,36	1,78	2,22	1,41	1,44	1,51	2,73	2,49	2,52	22	3,58	2,88	3,95													
33	Освещение и световая	1,05	1,82	4,19	1,27	2,96	0,94	1,44	1,14	0,91	1,96	2,52	17	2,76	2,59	1,97													
47	Автоматическое управление полетом	2,88	5,46	2,36	3,3	4,19	6,58	4,79	6,25	6,19	7,29	4,87	17	2,76	4,91	4,84													
42	Система нейтрального газа	3,66	0,78	3,41	1,27	2,96	1,88	4,31	3,98	2,55	0,89	0,67	16	2,6	1,41	2,36													
36	Пневматическая система	2,35	0,52	1,05	2,03	1,23	1,88	1,68	0,95	3,28	2,84	1,34	15	2,44	2,2	1,86													
52	Двери, люки, створки	6,54	9,36	7,6	3,56	4,44	6,11	5,75	2,84	2,65	4,27	2,18	14	2,28	2,88	4,47													
49	Бортовая вспомогательная силовая установка	0	2,34	3,14	1,02	2,46	0,94	1,68	0,95	3,36	1,07	1,18	10	1,63	1,3	1,35													
25	Бытовое и аварийно-спасательное оборудование	1,57	4,16	3,41	2,03	4,19	3,52	3,83	3,41	1,82	1,78	1,18	9	1,46	0,73	0,35													
26	Пожарное оборудование	0	0,26	0,52	0	0	0,7	0,24	0	0,18	0,5	0	7	1,14	1,13	1,44													
46	Информационные системы	1,57	1,56	1,83	0,76	2,22	1,17	2,16	1,7	1,27	0,89	1,34	7	1,14	1,13	1,44													
27	Управление самолетом	2,88	2,34	3,14	2,8	1,23	3,29	2,64	3,41	2,73	1,6	1,68	4	0,65	1,3	2,29													
29	Управление самолетом	0,52	1,82	0,52	1,53	1,46	2,35	1,92	0,95	0,55	0,71	1,51	4	0,65	0,96	1,17													
29	Гидравлическая система	0,52	1,82	0,52	1,53	1,46	2,35	1,92	0,95	0,55	0,71	1,51	4	0,65	0,96	1,17													
78	Система выхлопа	1,57	0,52	1,3	0,79	0,76	0,25	0,47	0	0,57	1,64	1,07	1,51	4	0,65	1,07													
28	Топливная система	0,78	0,78	0,26	0	0,74	0,7	0,96	0,76	1,27	0,36	0,34	4	0,65	0,45	0,67													
77	Приборы контроля Двигателя	0	0,26	0	1,02	0,49	0,23	0,24	0	0,19	0,18	0,18	4	0,65	0,51	0,39													
74	Система зажигания	0	0,26	0	1,02	0,49	0,23	0,24	0	0,36	0,36	0	4	0,65	0,34	0,3													
38	Водоснабжение и удаление отходов	0,78	1,82	0,79	1,27	0,25	0,47	0,48	1,14	0,91	0,36	0,67	3	0,49	0,51	0,76													
24	Электрооборудование	0,78	0,52	1,31	0,25	0,25	0,23	0	1,14	0,91	0,53	0,34	2	0,33	0,39	0,55													
76	Система управления двигателям	0,26	0,26	0	0	1,23	0,23	0,72	0	0	0,18	0,34	2	0,33	0,28	0,28													
71	Силовая установка	0,78	0	1,31	0,51	0	0	0,24	0	0	0	0,17	2	0,33	0,17	0,25													
72	Газотурбинный двигатель	0	0	0	0,51	0	0	0	0	0,18	0,18	0	2	0,33	0,17	0,11													
73	Топливная система двигателя	1,05	0,78	1,57	2,03	1,97	0,47	0,96	0,95	1,27	0,89	2,18	1	0,16	1,07	1,17													
80	Система запуска	0,26	1,04	1,05	0,25	0	0,23	0,72	0,76	0,73	0,36	0,5	1	0,16	0,34	0,5													
35	Кислородное оборудование	0,26	0,26	0,52	0,25	0,74	0	0	1,33	0,18	0,18	0,34	1	0,16	0,23	0,35													
53	Фюзеляж	0,52	0	0,26	0,25	0,49	0	0,48	0,19	0	0,36	0,17	1	0,16	0,23	0,23													
44	Оборудование пассажирского салона	0	0,26	0	0,51	0,25	0,47	1,2	1,14	0,55	0,53	0,34	0	0	0,06	0,02													
56	Фонарь, окна	0	0,26	0	1,05	0	0	0	0,19	0	0,18	0,34	0	0	0,28	0,44													
57	Крыло	0	0,26	0	0,25	0,49	0	0	0,19	0	0,34	0	0	0,11	0,14	0,71													
79	Масляная система	0,26	0	0	0,25	0	0	0	0,18	0	0	0,34	0	0	0,12	0,44													
55	Оперение	0,26	0	0	0,25	0	0	0	0,18	0	0	0	0	0	0,05	0,48													
75	Система отбора воздуха от двигателя	0	0	0	0	0	0	0,24	0	0	0,17	0	0	0,06	0,04	0,15													
50	Грузовые отсеки	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02													
54	Гондолы двигателей, пилоны	0	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15													
45	Бортовая система техобслуживания	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
Total		83,14	94,36	90,91	70,41	89,97	95,58	147,58	136,48	126,68	97,26	96,04	471	76,59	89,68	101,03													

Таблица 7

Отказы оборудования пассажирской кабины самолета SSI-100

СИСТЕМЫ	RRJ-95В ОТКАЗЫ ОБОРУДОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОЙ КАБИНЫ															
	дек.17	январь.18	февр.18	мар.18	апр.18	май.18	июн.18	июл.18	авг.18	сентяб.18	окт.18	нояб.18	дек.17			
													ноя.18	ноя.18		
													К1000	К1000		
	К1000 (количество отказов оборудования пассажирской кабины на 1000 часов)															
25	4,71	2,34	3,67	2,29	4,19	3,76	8,86	5,68	7,46	6,93	5,04	38	6,18	6,03	5,28	8,95
23	0,52	1,56	2,62	1,78	0,74	2,11	1,92	0,57	1,09	1,24	2,18	20	3,25	2,26	1,67	3,59
38	0,52	0,26	0,52	0	0,49	0,23	0,72	0,38	1,09	0,18	2,52	20	3,25	2,03	0,97	1,31
21	0	0,26	0	0	0	0,47	0,24	0,19	0,55	0,71	1,68	9	1,46	1,3	0,55	0,89
33	0,26	1,04	0,26	0,51	0,49	0,94	0,24	0,76	0,91	0,18	1,34	7	1,14	0,9	0,71	1,17
44											0,84	7	1,14	0,68	0,21	0
35	0,26	0	0,52	0	0	0,47	0	0	0,18	0,36	0	2	0,33	0,23	0,18	0,56
52	0,26	0,26	0,26	0	0	0	0	0,19	0,18	0,53	0,34	1	0,16	0,34	0,19	0,83
26	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0,5	1	0,16	0,23	0,11	0,27
34	0	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,24	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0,06	0,02	0,17
56	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,17	0
71	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,23
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	6,8	5,98	8,12	4,58	5,92	8,22	11,98	7,76	11,65	10,31	14,44	105	17,07	14,04	9,94	0

Отказы самолета S5J-100, обнаруженные на земле

ДЕК.17	ЯНВ.18	ФЕВ.18	МАР.18	АПР.18	МАЙ.18	FRJ-95B ОТКАЗЫ, ОБНАРУЖЕННЫЕ НА ЗЕМЛЕ												ОКТ.18	НОЯ.18	ДЕК.17	ЯНВ.18
						авг.18	сеп.18	окт.18	ноя.18	К(1000	Кол-во	ноя.18	К(1000	сеп.18	ноя.18	ноя.18	ноя.18				
СИСТЕМЫ																					
К1000 (количество отказов, обнаруженных на земле, на 1000 часов)																					
25	Бытовое и аварийно-спасательное оборудование	8,1	6,76	9,69	11,44	8,38	7,52	5,51	12,11	11,56	4,7	37	6,02	7,33	8,37	23,89					
57	Крыло	8,67	3,9	7,6	8,39	6,41	6,11	8,62	2,46	7,28	3,56	5,2	5,2	4,66	5,9	10,51					
32	Шасси	1,82	2,1	3,81	3,45	2,58	4,07	4,35	4,37	4,62	5,04	25	4,07	4,57	3,79	7,25					
21	Кондиционирование воздуха	3,14	2,08	5,76	0,76	2,46	3,99	1,68	2,65	3,46	3,36	2,4	3,9	3,21	3	5,21					
62	Двери, люки, створки	3,14	3,38	4,45	3,3	2,22	2,82	1,92	1,51	2,18	8,18	15	2,44	4,17	3,15	5,74					
63	Фюзеляж	3,14	3,9	3,14	4,07	4,44	2,82	3,11	0,19	1,82	2,84	1,85	15	2,44	2,37	2,68					
36	Пневматическая система	2,35	3,38	3,14	3,05	2,71	4,46	2,87	4,16	3,2	3,02	11	1,79	2,65	3	5,97					
38	Волокнащие и удаленные отбросы	2,35	2,34	1,57	3,56	2,46	0,94	0,72	1,89	0,73	3,36	1,85	9	1,46	2,2	1,91					
77	Приборы контроля двигателя	0,26	0,26	0	0	0	0	0	0,19	0,18	0,36	0,67	8	1,46	0,85	0,34					
30	Противопожарная система	1,31	1,3	1,57	1,02	3,2	3,29	3,11	1,51	0,73	3,02	1,68	8	1,3	1,97	1,9					
29	Гидравлическая система	2,09	0,52	2,1	1,53	2,96	0,23	1,92	1,89	1,27	0,89	0,18	8	1,3	1,02	1,42					
34	Пилотажно-навигационное оборудование	2,09	1,3	0,26	3,7	4,93	0,24	3,22	3,46	1,42	1,85	7	1,14	1,47	2,07	5,15					
23	Связное оборудование	3,4	0,52	1,05	0,76	1,23	2,35	0,96	1,33	1,42	1,96	1,68	7	1,14	1,58	1,52					
72	Газотурбинный двигатель	2,88	0,52	1,27	0,74	2,82	1,2	1,33	1,09	2,49	0,84	7	1,14	1,47	1,4	3,08					
45	Бортовая система техобслуживания	0,78	0	0,26	0	0	0,23	0	1,33	0,36	0,53	0,17	7	1,14	0,62	0,44					
50	Грузовые отсеки	1,57	1,82	1,31	4,32	1,97	2,82	0,96	0,38	0,91	2,67	0,5	5	0,81	1,3	1,58					
24	Электропитание	0,26	1,56	2,62	2,29	1,23	0,47	1,68	1,89	2,18	1,78	0,84	5	0,81	1,13	1,45					
27	Управление самолетом	2,09	1,56	0,79	1,02	2,96	0	0,96	1,7	1,09	2,31	0,67	5	0,81	1,24	1,31					
31	Приборное оборудование	0,52	1,3	0,79	1,53	0,74	1,41	0,48	2,46	2,18	1,07	0,51	5	0,81	0,85	1,19					
56	Фонарь, окна	0,78	0,52	0	0,25	0,99	0,7	1,2	0,38	2	2,67	1,51	5	0,81	1,64	1,06					
75	Система отбора воздуха от двигателя	0,52	0,26	0,79	1,02	0,49	1,17	0,96	0,76	0,36	1,07	1,01	5	0,81	0,96	0,78					
71	Силовая установка	2,88	1,04	1,57	0,76	0,25	1,88	0,48	0,57	2,91	0,89	0,84	4	0,85	0,79	1,21					
54	Гондолы двигателей, пилоны	1,05	2,08	1,31	0,76	1,23	0,7	0,72	0,36	0,53	0,84	4	0,85	0,68	0,87	1,82					
79	Масляная система	1,05	1,04	0	0	0,49	0,23	0,48	0,38	1,46	0,71	0,17	4	0,85	0,51	0,57					
26	Пожарное оборудование	0	0,52	0,26	0	0	0,23	0	0,38	0,55	0,18	0,84	4	0,85	0,56	0,34					
23	Автоматическое управление полетом	0,26	0,78	0	0,25	0	0,24	0,38	0	0	0	0	4	0,65	0,23	0,23					
33	Освещение и световая сигнализация	4,71	3,38	2,88	4,58	2,22	3,76	2,4	3,03	2,73	2,84	2,18	3	0,49	1,8	2,8					
78	Система выхлопа	1,57	5,2	1,05	2,29	1,73	2,11	1,44	0,95	0,91	1,24	1,01	3	0,49	0,9	1,54					
47	Система нейтрального газа	2,35	0,78	0	0	0	0,23	0	0,95	0,95	0	0	3	0,49	0,17	0,43					
28	Топливная система	0,52	1,3	0,52	1,02	0,49	0,23	0,72	1,19	1,27	1,42	0,67	2	0,33	0,79	0,73					
49	Бортовая ВСУ	0,78	0,26	0,79	0,51	0,49	0,47	0,72	1,14	1,27	0,71	1,01	2	0,33	0,68	0,73					
74	Система заправки	0	0,78	0	0,25	0,49	0,23	0,48	0,76	0,55	0,36	0,34	2	0,33	0,34	0,39					
55	Оперение	0,52	0,52	1,31	0,51	0	1,17	0,72	0	0	0,36	0,5	1	0,16	0,34	0,44					
80	Система запуска	0,78	0,26	0	0,76	0,25	0	0	0,19	0	0	0	1	0,16	0,06	0,18					
73	Топливная система двигателя	0,26	0,26	1,31	1,53	1,97	3,29	2,64	0,76	0,91	0,53	0,34	0	0,28	1,06	3,17					
35	Кислородное оборудование	0,52	0	0	0,51	0	0,7	0	0,57	0,18	0	0,17	0	0,06	0,21	0,76					
46	Информационные системы	0,26	0	0	0	0,25	0,47	0	0,19	0,55	0	0,67	0	0,23	0,21	0,63					
44	Оборудование пассажирского салона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
76	Система управления двигателям	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Total		71,11	57,19	61,04	67,87	62,85	67,4	53,19	58,87	62,25	72,72	48,69	288	46,83	55,67	60,19					

Таблица 9

Исходные данные для расчета показателей эффективности ПТЭ самолета SСJ-100

Вариант	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5
Налет парка ВС в месяц, ч	5000	4800	4600	4400	4200
Средняя продолжительность рейса, ч	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65
Вариант	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10
Налет парка ВС в месяц, ч	4100	4300	4500	5100	4900
Средняя продолжительность рейса, ч	1,45	1,65	1,7	1,55	1,5

3.2. Практическое занятие №2

Тема: Повышение эффективности процессов технической эксплуатации самолета SСJ-100.

Цель: Овладение навыками и знаниями по расчету показателей эффективности процессов технической эксплуатации ЛА в результате проведенных корректирующих мероприятий.

В целях повышения показателей эффективности ПТЭ самолета SСJ-100 была усовершенствована система кондиционирования воздуха (СКВ) за счет конструктивной доработки кронштейна крепления вытяжного вентилятора среднего приборного отсека, отказы которого занимают значительную часть среди всех отказов СКВ и приводят к задержкам вылета.

Система кондиционирования воздуха (СКВ) является частью комплексной системы кондиционирования воздуха (КСКВ), в состав которой также входят пневматическая система (ПС) и противообледенительная система (ПОС) крыла [3].

СКВ предназначена для:

- обеспечения нормальных условий жизнедеятельности пассажиров и экипажа;
- кондиционирования кабины и салона во всем диапазоне режимов полета (при полетах в различных климатических условиях);
- охлаждения радиоэлектронного оборудования во всем диапазоне режимов полета (при полетах в различных климатических условиях).

Условно СКВ представлена двумя системами кондиционирования: СКВ1 и СКВ2. Управление СКВ автоматическое и осуществляется двумя блоками управления КСКВ (IASC1 и IASC2). СКВ1 и СКВ2 управляется независимо от соответствующего блока управления. При отказе одного из блоков управления функции отказавшего переходят ко второму. В случае неисправности обоих блоков управления КСКВ СКВ управляется в ручном режиме.

Состояние работоспособности СКВ производится:

- контролем при подаче питания;
- при непрерывном полетном контроле.

Контроль работоспособности системы производится по данным, полученным от датчиков температуры и давления и от заслонок и клапанов.

Система вентиляции блоков авионики обеспечивает поддержание требуемых температурных условий для работы блоков авионики и дисплеев кабины экипажа. Система вентиляции блоков авионики предназначена для:

- подачи и отвода воздуха из приборных отсеков в количестве, необходимом для поддержания температурных условий для работы блоков авионики;
- подачи и отвода воздуха с задней стороны дисплеев в кабине экипажа;
- отвода воздуха из кухонь и туалетов.

Для подачи воздуха на охлаждение блоков авионики и дисплеев кабины экипажа установлены два нагнетающих вентилятора между правой боковой стенкой БГО и фюзеляжем и два нагнетающих вентилятора между левой боковой стенкой БГО и фюзеляжем. Обдувом охлаждаются блоки авионики, расположенные в переднем приборном отсеке на стеллажах.

Отвод воздуха из переднего приборного отсека осуществляется с помощью двух вытяжных вентиляторов. Для удаления воздуха из среднего приборного отсека установлен один постоянно работающий вытяжной вентилятор (рис. 3).

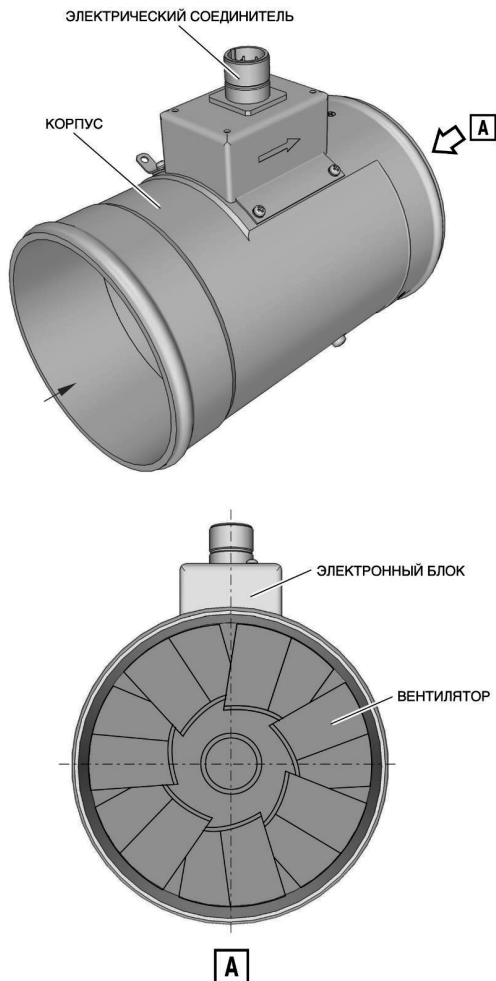


Рис.3. Вытяжной вентилятор среднего приборного отсека

Управление вентилятором обеспечивается блоком управления КСКВ.

Контроль количества воздуха, поступающего в отсек, производят датчики расхода. Фактическую температуру воздуха в переднем и среднем приборных отсеках, в месте расположения стеллажей с блоками авионики определяют вентилируемые датчики температуры:

- не выше плюс 65°C в переднем приборном отсеке;
- не выше плюс 70°C в среднем приборном отсеке.

Вытяжной вентилятор среднего приборного отсека расположен по левому борту самолета в отсеке СКВ (рис. 4).

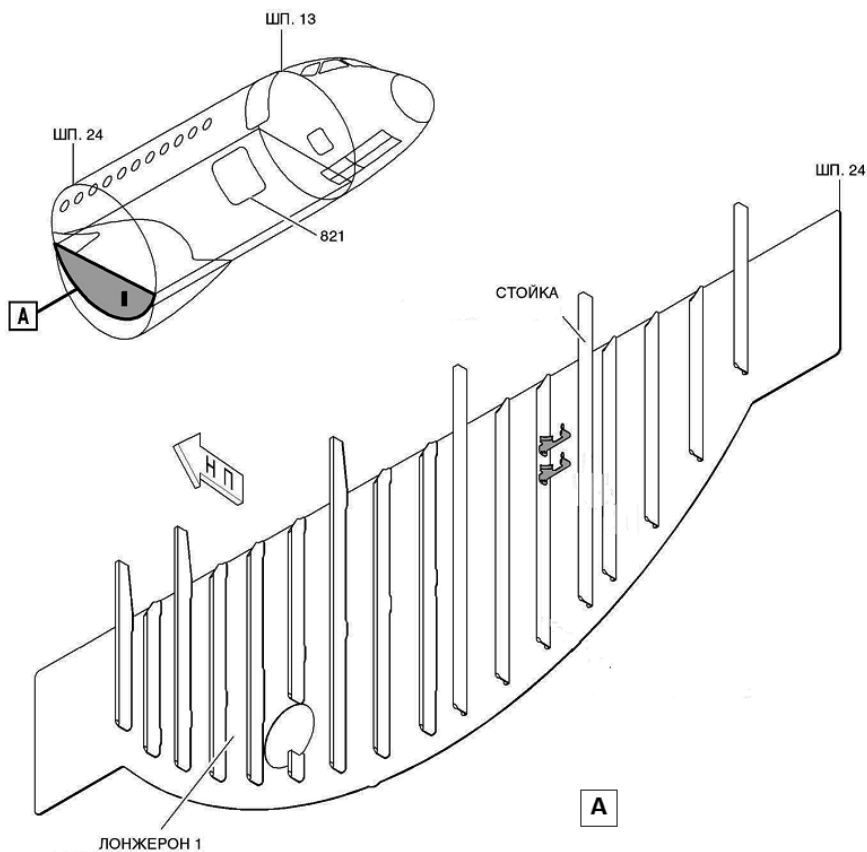


Рис. 4. Расположение кронштейнов вытяжного вентилятора среднего приборного отсека

Функцией вытяжного вентилятора является удаление теплого воздуха из среднего приборного отсека.

Вытяжной вентилятор среднего приборного отсека состоит из:

- корпуса;
- вентилятора;
- электрического двигателя;
- электронного блока;

- электрического соединителя;
- обратного клапана.

Корпус вентилятора выполняет роль статора и задает направление воздушному потоку. Внутри корпуса расположен электрический двигатель, который вращает рабочее колесо. Электронный блок контролирует скорость вращения. Обратный клапан установлен на выходе вентилятора и предотвращает обратный поток воздуха в систему.

Установлено, что причиной отказа вентилятора является разрушение подшипников, которое происходит из-за воздействия вибрации. Причиной повышенной вибрации, в свою очередь, является конструктивное решение кронштейна крепления вентилятора к одной стойке (рис. 5).

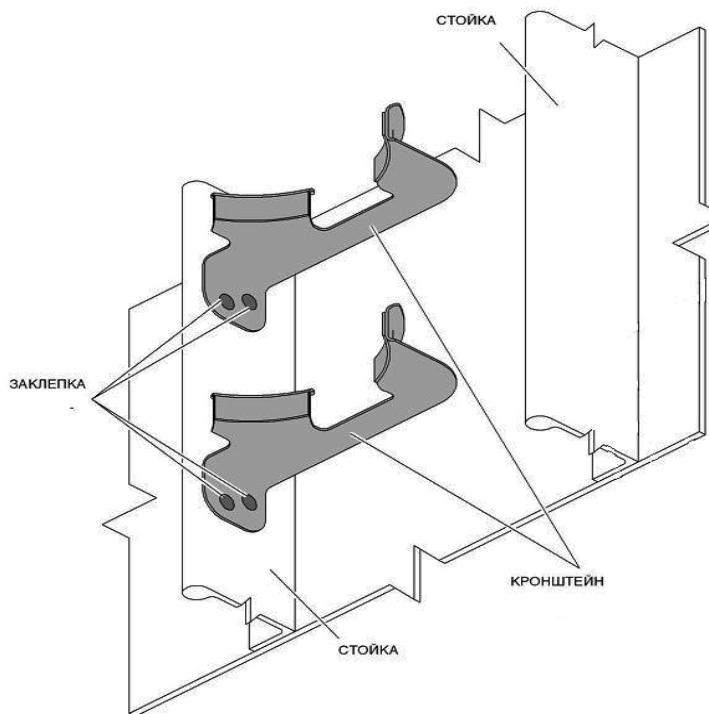


Рис. 5. Кронштейны вытяжного вентилятора среднего приборного отсека и их крепление до доработки.

Для повышения надежности вентилятора предложена конструктивная доработка кронштейна, позволяющая закрепить его к двум стойкам (рис. 6). Новая конструкция характеризуется большей жесткостью, что значительно снижает вибрацию вентилятора.

В результате конструктивной доработки ресурс вытяжного вентилятора увеличивается в 7,5 раза, соответственно, так же снижается количество его отказов в рассматриваемом временном интервале.

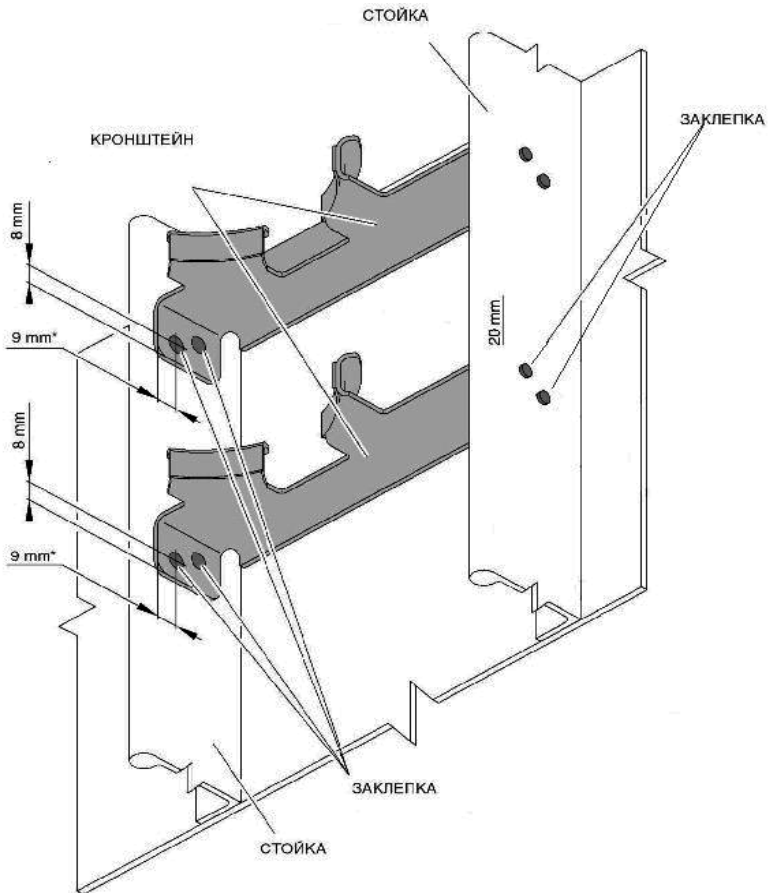


Рис. 6. Кронштейны вытяжного вентилятора среднего приборного отсека после доработки.

Задание

1. Рассчитать количество отказов вытяжного вентилятора среднего приборного отсека с учетом доли его отказов (таблица 10) от общего числа отказов СКВ, определенного в предыдущей работе. Значение округлить до целого числа.
2. Принять, что в результате выполненной конструктивной доработки число отказов вентилятора снижается на 86,7 %. Определить количество сокращенных отказов, округлив до целого числа.
3. Рассчитать показатели безотказности после выполненной доработки для системы СКВ и самолета в целом, K_{1000}^{21} и $K_{1000}^{общ}$, соответственно.
4. Определить изменение показателей безотказности в процентах. Расчет для системы СКВ выполняется по формуле: $\frac{K_{1000\text{ изм}}^{21} - K_{1000\text{ исх}}^{21}}{K_{1000\text{ исх}}^{21}} \times 100$,

где $K_{1000\text{ исх}}^{21}$ – исходное значение показателя; $K_{1000\text{ изм}}^{21}$ – значение показателя после доработки.

Расчет изменений остальных показателей выполняется аналогично.

5. Рассчитать показатели регулярности вылетов после конструктивной доработки для системы СКВ и самолета в целом, $K_{100зв\text{ изм}}^{21}$ и $K_{100зв\text{ изм}}^{общ}$, соответственно. Принять условие, что все отказы вентилятора приводили к задержкам вылета самолета. Определить показатель регулярности вылетов по формуле: $P_{100} = 1 - K_{100зв}^{общ}$.
6. Определить исходное суммарное время задержек вылетов самолета исходя из количества задержек и отмен рейсов и средней продолжительности задержек вылета.
7. Рассчитать суммарное время, на которое сократятся задержки вылета, исходя из числа сокращенных отказов вентилятора и средней продолжительности задержки вылета по причине его отказа (таблица 10). Определить суммарное время задержек вылетов самолета после конструктивной доработки.
8. Рассчитать среднюю продолжительность задержки вылета, разделив суммарное время задержек вылетов на количество задержек вылетов и отмен рейсов после конструктивной доработки.
9. Результаты расчетов показателей и их изменения поместить в таблицу 11.

Таблица 10

Исходные данные для расчета показателей эффективности ПТЭ самолета SSJ-100 после конструктивной доработки

Вариант	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5
Доля отказов вытяжного вентилятора среднего приборного отсека от общего числа отказов СКВ, %	7,76	7,62	8,19	7,34	8,47
Средняя продолжительность задержки вылета по причине отказа вытяжного вентилятора среднего приборного отсека , ч	1,5	2,37	2,24	1,87	1,99
Вариант	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10
Доля отказов вытяжного вентилятора среднего приборного отсека от общего числа отказов СКВ, %	8,04	7,9	7,48	7,2	7,06
Средняя продолжительность задержки вылета по причине отказа вытяжного вентилятора среднего приборного отсека , ч	1,97	1,66	2,03	1,91	2,22

Таблица 11

Результаты повышения показателей эффективности ПТЭ самолета SSJ-100 после конструктивной доработки

Показатель эффективности	Исходное значение	После доработки	Изменение показателя, %
K_{1000}^{21}	12,57		
$K_{1000}^{общ}$	171,16		
$K_{100ЗВ}^{21}$	0,552		
P_{100}	97,74		
$\Delta t_{ср}$, ч	1,17		

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте функции, которые выполняет вентилятор среднего приборного отсека СКВ.
2. В чем основная причина отказа вентилятора?
3. Какая конструктивная доработка предложена для повышения надежности вентилятора?
4. Как рассчитать ожидаемое снижение числа отказов вентилятора за счет повышения его ресурса?
5. Как рассчитываются показатели безотказности K_{1000}^{21} и $K_{1000}^{общ}$ после доработки?
6. От чего зависит изменение среднего времени задержки вылета? Может ли значение показателя $\Delta t_{ср}$ после доработки увеличиться?
7. Как рассчитываются изменения показателей эффективности в процентах?

Литература

1. Ицкович А.А., Файнбург И.А. Управление системами и процессами эксплуатации авиационной техники. Методы управления системами и процессами эксплуатации авиационной техники: учеб. пособие. – М.: МГТУ ГА, 2016. – 78 с.
2. Ицкович А.А., Файнбург И.А., Файнбург Г.Д. Эффективность процессов технической эксплуатации летательных аппаратов. Пособие по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. –М: МГТУ ГА, 2018. - 40 с.
3. Руководство по технической эксплуатации самолёта RRJ-95B. М7.92.0АММ.000.000.RU. Ревизия В. – ЗАО «ГСС», 2010.

Содержание

1.	Общие положения.....	3
2.	Характеристика практических занятий	3
3.	Практические занятия.....	3
3.1.	Практическое занятие №1. Анализ эффективности процессов технической эксплуатации самолета SSJ-100.....	3
3.2.	Практическое занятие №2. Повышение эффективности процессов технической эксплуатации самолета SSJ-100.....	13
	Литература.....	27

ДЛЯ ЗАМЕТОК

А.А. Ицкович, Г.Д. Файнбург, И.А. Файнбург

**Эффективность ПТЭ ЛА.
Управление системами и процессами эксплуатации.
Управление системами и процессами ТЭЛА**

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 30.09.2024 г.
Формат 60x84/16 Печ. л. 1,75 Усл. печ. л. 1,63
Заказ № 1031/0617-УМП06 Тираж 30 экз.

Московский государственный технический университет ГА
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А
Тел.: (499) 755-55-43
E-mail: zakaz@itsbook.ru