

УДК 263.486

DOI: [10.26102/2310-6018/2019.27.4.029](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2019.27.4.029)

## АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.И. Яцечко<sup>1</sup>, С.В. Ипполитов<sup>2</sup>, Р.В. Репин<sup>3</sup>, В.А. Малышев<sup>4</sup>

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия*

<sup>1</sup>e-mail: [yatsechko@list.ru](mailto:yatsechko@list.ru)

<sup>2</sup>e-mail: [s.ippolitoff@mail.ru](mailto:s.ippolitoff@mail.ru)

<sup>3</sup>e-mail: [roma77779@mail.ru](mailto:roma77779@mail.ru)

<sup>4</sup>e-mail: [vamalyshv@list.ru](mailto:vamalyshv@list.ru)

**Резюме:** Основной проблемой, при разработке алгоритмического обеспечения автоматизированной системы управления технической эксплуатацией авиационной техники, является стохастический процесс переходов авиационной техники из одного состояния в другое. В статье рассматривается подход к решению задачи оптимизации параметров автоматизации процесса технической эксплуатации авиационной техники, за счет достижения максимального значения показателя функциональной эффективности в условиях ограниченных ресурсов (личный состав инженерно-авиационной службы и средств наземного обслуживания). Рассматривается анализ развития автоматизированной системы управления технической эксплуатацией авиационной техники и их состояния в настоящее время. Рассмотрены методы планирования работ на воздушных судах, показаны модели оптимизации по различным критериям. Отражены положительные и отрицательные стороны планирования на основе системы массового обслуживания, а также проведен анализ существующих систем принятия решения при планировании работ на авиационной технике. Отмечено, что существующие системы не решают задачу распределения специалистов на воздушные суда при обслуживании группы воздушных судов. Поставлена задача оптимизации системы управления в условиях ограниченного количества личного состава при минимальном времени подготовки группы воздушных судов. Предложен алгоритм, реализующий процедуру формирования приоритета выполнения работ специалистами инженерно-авиационной службы в процессе подготовки группы воздушных судов. На основании информации о количестве личного состава, времени подготовок каждым специалистом формируется приоритет (очередь) выполнения работ специалистами на воздушных судах. Данный алгоритм реализован с помощью языка программирования Delphi, а расчеты и их аппроксимации выполнялись с помощью MS Excel. Достоинством приведенного алгоритма является возможность его применения при условии ограниченного количества личного состава привлекаемого к подготовке воздушных судов.

**Ключевые слова:** алгоритмическое обеспечение, оптимизация параметров, автоматизированная система управления, авиационная техника, техническая эксплуатация, техническое состояние.

**Для цитирования:** Яцечко М.И., Ипполитов С.В., Репин Р.В., Малышев В.А. Алгоритмическое обеспечение оптимизации параметров для автоматизированной системы управления технической эксплуатацией авиационной техники на основе применения информационных технологий. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2019;7(4). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/YatsechkoSoavtors\\_4\\_19\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/YatsechkoSoavtors_4_19_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.029

ALGORITHMIC PROVISION OF OPTIMIZATION OF PARAMETERS FOR  
AUTOMATED CONTROL SYSTEM TECHNICAL OPERATION OF  
AERONAUTICAL EQUIPMENT BASED ON THE APPLICATION OF INFORMATION  
TECHNOLOGIES

**M.I. Yatsechko, S.V. Ippolitov, R.V. Repin, V.A. Malyshev**

*Military Training and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy  
named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarina ", Voronezh, Russian Federation*

**Annotation:** The main problem in the development of algorithmic support for an automated control system for the technical operation of aircraft is the stochastic process of the probability of transitions of aircraft from one state to another. The article discusses an approach to solving the problem of optimizing the parameters of automation of the process of technical operation of aircraft, by achieving the maximum value of the indicator of functional efficiency in the conditions of limited resources (personnel of the engineering and aviation service and ground handling facilities). The analysis of the development of an automated control system for the technical operation of aircraft and their current status is considered. Aircraft planning methods are considered, optimization models by various criteria are shown. The positive and negative aspects of planning based on the queuing system are reflected, as well as the analysis of existing decision-making systems in the planning of work on aircraft. It is noted that existing systems do not solve the problem of distributing specialists to aircraft when servicing a group of aircraft. The task of optimizing the control system in conditions of a limited number of personnel with a minimum training time for a group of aircraft. An algorithm is proposed that implements the procedure for prioritizing the performance of work by engineering and aviation service specialists in the process of preparing a group of aircraft. On the basis of information on the number of personnel, the training time, each specialist forms a priority (turn) for the performance of work by specialists on aircraft. This algorithm is implemented using the Delphi programming language, and calculations and their approximations were performed using MS Excel. The advantage of the above algorithm is the possibility of its application, subject to a limited number of personnel involved in the preparation of aircraft.

**Keywords:** algorithmic software, parameter optimization, automated control system, aviation technology, technical operation, technical condition.

**For citation:** Yatsechko M.I., Ippolitov S.V., Repin R.V., Malyshev V.A. algorithmic provision of optimization of parameters for automated control system technical operation of aeronautical equipment based on the application of information technologies. Modeling, Optimization and Information Technology. 2019;7(4). Available from: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/YatsechkoSoavtors\\_4\\_19\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/YatsechkoSoavtors_4_19_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.029 (In Russ).

## Введение

Анализ развития отечественных автоматизированных систем управления технической эксплуатацией авиационной техники (наземных и бортовых) показывает, что, несмотря на рост вычислительных возможностей аппаратных средств, номенклатура и эффективность алгоритмического обеспечения этих систем находятся на низком уровне. Так, например, алгоритмическое обеспечение разрабатываемой на новой элементной базе бортовой системы контроля и автоматизированных систем управления технической эксплуатацией авиационной техники мало отличается от алгоритмического обеспечения этой системы предыдущего поколения.

Описанная ситуация обусловлена целым рядом организационных и технических особенностей, которые характерны для настоящего этапа развития отрасли. Главными из них являются:

- отсутствие приоритетов в разработке методического и алгоритмического обеспечения автоматизированных систем управления технической эксплуатацией авиационной техники на предприятиях производителей вследствие недостаточной экономической заинтересованности перевода авиационного комплекса (АК) на эксплуатацию по техническому состоянию (ТС);

- недостаточная связь между фундаментальными исследованиями в области информационных технологий (нейросети, искусственный интеллект и пр.), проводимыми институтами Академии наук и разработкой практических приложений для систем, обеспечивающих эксплуатацию АК;

- не внедрена концепция комплексной системы диагностирования, базирующаяся на принятии решений о состоянии АК на основе обобщенного анализа данных от различных физически разнородных средств контроля.

### Актуальность

При планировании работ на воздушных судах (ВС) личным составом инженерно-авиационной службы (ИАС) в основном используют два метода: это сетевой метод планирования с построением сетевого графика, и система массового обслуживания (СМО).

Сетевой метод планирования – это метод, при котором используется моделирование планируемого комплекса выполняемых работ, отражающее их логическую последовательность, существующую взаимосвязь, а затем оптимизация модели по двум критериям:

- минимизация времени выполнения комплекса планируемых работ при заданной стоимости проекта;

- минимизация трудозатрат на выполнение комплекса работ при заданном времени его выполнения.

Для оптимизации сетевого графика используются два метода:

- метод критического пути позволяет рассчитать возможные графики выполнения комплекса работ на основе описанной логической структуры сети и оценок продолжительности выполнения каждой работы, определить критический путь проекта;

- PERT (Program Evaluation and Review Technique) – способ анализа задач, необходимых для выполнения работ, в особенности анализа времени, которое требуется для выполнения всего перечня работ.

В современных системах управления сетевые графики могут быть реализованы на высоком профессионально-техническом уровне в процессе применения программного обеспечения пакета Microsoft Office Project, обеспечивающий широкий спектр функциональных возможностей решения и анализа задач организации, планирования и управления самыми разнообразными процессами.

СМО – система, в которую в случайный момент времени поступают заявки на обслуживание, при этом поступившие заявки обслуживаются с помощью имеющихся в распоряжении каналов обслуживания. СМО – трудно реализуемая система в плане его реализации на программном уровне, а также имеет высокую стоимость в коммерческом отношении.

Данные методы не учитывают вероятность отказов воздушных судов при планировании работ на АТ с целью распределения личного состава ИАС, и не решают в полном объеме эту задачу с минимизацией временных затрат. Автоматически без участия оператора решать поставленные выше задачи не представляется возможным, т.к. существует необходимость ввода исходных данных.

Данные методы выявляют причинно-следственные связи и позволяют пересмотреть или изменить исходные данные, но не учитывают случайные факторы и не позволяют их проанализировать. Математический аппарат принятия решения руководителем ИАС отсутствует, на сегодняшний день он руководствуется своим опытом.

Выявленным главным недостатком при проведении анализа существующих систем поддержки принятия решения, таких как «Эрлан-1» и «Эрлан-2», которые используются для обеспечения эксплуатации различных типов самолетов и вертолетов является то, что модули реализованы на программном обеспечении Windows, а организации

Министерства обороны Российской Федерации перешли на Astra Linux (есть соответствующая концепция и приказы).

Адаптация ИУС «Эрлан-2С» под Астра Линукс SE – «Смоленск» и СУБД – PostgreSQL, допущенными для использования в составе программного обеспечения (ПО) ВС РФ завершена и внесена в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и без данных (Приказ Минкомсвязи России от 28.03.2017 №146, Приложение 1, пп. №120, реестровый номер ПО: 3278). Данное ПО предназначенное для учета, контроля и анализа технического состояние авиационной техники, для перспективного планирования и диспетчеризации полетов, для планирования и непосредственного управления процессами технического обслуживания воздушными судами, но она не решает задачу распределения специалистов на самолеты при групповом обслуживании ВС в условия ограниченного их количества.

Пути решения данных проблем детерминированные, а не стохастические (не учитывают случайные процессы при планировании и распределении личного состава ИАС для выполнения работ группы воздушных судов).

Необходимо разработать алгоритм, который позволит решить задачу – в условиях ограниченного количества личного состава ИАС готовить в кратчайшие сроки группу ВС и обеспечить тем самым их своевременный вылет. Но это станет возможно при условии, что на крайнем воздушном судне выполнены все работы и оно готово к применению по назначению. При работе на ВС нужно учесть вероятности отказов, времени восстановления и количество личного состава ИАС. СМО и сетевой метод планирования работ эту задачу не решают.

### **Постановка задачи**

С учетом нарастающей интенсивности полетов роль личного состава инженерно-авиационной службы в процессе подготовок воздушных судов к полетам возрастает, а в условиях ограниченного количества личного состава особенно, так как сложность взаимосвязей между специалистами актуализирует вопрос об очередности выполнения ими работ на воздушных судах. В настоящее время при планировании работ на авиационной технике в частях и подразделениях Военно-воздушных сил для распределения личного состава инженерно-авиационной службы используется матричный или сетевой метод планирования работ, который требует больших временных затрат и который не позволяет оперативно решить эту задачу автоматически без участия оператора. При решении задачи оптимизации системы управления в условиях ограниченного количества личного состава инженерно-авиационной службы необходимо, чтобы специалисты были максимально заняты, тем самым минимизировать время подготовки группы воздушных судов, при этом качество подготовки не терялось.

### **Теоретическая часть**

Сложность организации технической эксплуатации объясняется тем, что состояние изделий авиационной техники меняется случайным образом, а планируемые работы при технической эксплуатации авиационной техники (загрузка инженерно-технического состава) должны быть более регулярными. Основой для планирования работ являются результаты контроля параметров авиационных систем, которые в большинстве случаев имеют лишь вероятностную связь с состоянием эксплуатируемых объектов. Поэтому при идентификации моделей связи состояние объектов с результатами эксплуатационного контроля приходится применять вероятностные методы и приемы современной математической статистики.

Одним из подходов решения указанных проблем является разработка алгоритмов принятия решения при управлении технической эксплуатацией, повышающих эффективность технической эксплуатации авиационной техники.

Предложен алгоритм, реализующий процедуру формирования приоритета выполнения работ специалистами инженерно-авиационной службы в процессе подготовки группы воздушных судов. На основании информации о количестве личного состава, времени подготовок каждым специалистом формируется приоритет (очередь) выполнения работ специалистами на воздушных судах. Данный алгоритм реализован с помощью языка программирования Delphi, а расчеты и их аппроксимации выполнялись с помощью MS Excel. Достоинством приведенного алгоритма является возможность его применения при условии ограниченного количества личного состава, привлекаемого к подготовке воздушных судов.

Предложенный алгоритм позволяет в автоматическом режиме на электронной вычислительной машине (ЭВМ) аппроксимировать графики работ по подготовке группы ВС, которая позволяет применять научно обоснованные подходы при автоматизации процесса и в системе управления в условиях ограниченного количества личного состава инженерно-авиационной службы (ИАС) выполняющего подготовку группы ВС. Автоматизированная система (АС) представляет собой организационно-техническую систему (ОТС), обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации процессов в различных сферах деятельности (управление, проектирование, производство и т.д.).

Организационно-технические системы – это сложные системы с организационно-штатной структурой управленческого и технического персонала, оснащенные производственными фондами и запасами материально-технических ресурсов, включающие в себя сложные технические объекты, эксплуатация которых является целью функционирования системы [1].

Для оптимального распределения личного состава с учетом времени подготовки ВС по каждой специальности, вероятностей его отказов по каждой из них и времени восстановления каждого его конкретного отказа, разработан алгоритм (Рисунок 1), который предписывает порядок действий и очередность работ с целью достижения минимума времени подготовки группы ВС имеющимся количеством специалистов. Разработанный алгоритм позволяет в условиях ограниченных сил ИАС распределять по ВС именно тех специалистов, которые еще не были распределены на работы и еще не выполняли ее на ВС по своей специальности. Данный алгоритм позволяет автоматизировать процесс распределения личного состава по ВС.

Достижение эффективности системы управления распределением личного состава ИАС в условиях ограниченного их количества является более сложным процессом, чем простое использование сетевых графиков, которое требует четкого распределения специалистов и ответственности за выполнение тех или иных работ при обслуживании группы воздушных судов [2]:

Оптимизация АСУ систем ТЭ АТ [3] сводится к следующему:

1. Подготовка исходных данных.

Исходными данными для решения задачи являются:

- время подготовки по  $i$ -й специальности  $T_{Pi}$ , которое устанавливается руководящими документами;
- количество ВС которое нужно подготовить по  $i$ -й специальности  $K_i$ ;

2. Формирование матриц  $\Lambda$  и  $\Delta$  :

- матрица  $\Lambda^k$  интенсивностей переходов, характеризующая интенсивность перехода из  $i$ -го состояния в  $j$ -е состояние при выборе  $k$ -го варианта и составляемая для каждого состояния:

$$\Lambda^{(k)} = \begin{pmatrix} \lambda_{i1}^{(1)} & \lambda_{i2}^{(1)} & \dots & \lambda_{iN}^{(1)} \\ \lambda_{i1}^{(2)} & \lambda_{i2}^{(2)} & \dots & \lambda_{iN}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{i1}^{(k)} & \lambda_{i2}^{(k)} & \dots & \lambda_{iN}^{(k)} \end{pmatrix}; \quad (1)$$

Аналогично матрица  $\Delta^k$  показателя функциональной эффективности:

$$\Delta^{(k)} = \begin{pmatrix} \delta_{i1}^{(1)} & \delta_{i2}^{(1)} & \dots & \delta_{iN}^{(1)} \\ \delta_{i1}^{(2)} & \delta_{i2}^{(2)} & \dots & \delta_{iN}^{(2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{i1}^{(k)} & \delta_{i2}^{(k)} & \dots & \delta_{iN}^{(k)} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Разработанный алгоритм позволяет в условиях ограниченных сил ИАС распределять по ВС специалистов, которые еще не выполняли работы на конкретном ВС или еще не выполняли ее по своей специальности.

3. Определение ожидаемой эффективности при начальном приближении. Методом перебора определяется вариант, которому соответствуем максимальная эффективность.

4. Вводится рейтинговая оценка определения приоритетности подготовки конкретной специальностью конкретного ВС, а также выбор варианта, соответствующего максимальному рейтингу.

$$R_i = \frac{T_{\Pi_i}}{K_i} \quad (3)$$

где  $T_{\Pi_i}$  – время подготовки ВС по  $i$ -ой специальности;

$k$  – количество ВС, которое нужно подготовить.

5. Определение эффективности при показателях, соответствующих выбранному рейтингу и приоритету.

6. Сравнение предыдущей и получившейся матриц эффективности, выбор варианта соответствующего максимальному рейтингу.

7. Выдача рекомендации по подготовке ВС.

Данный алгоритм позволяет автоматизировать процесс распределения личного состава по ВС (Рисунок 1).

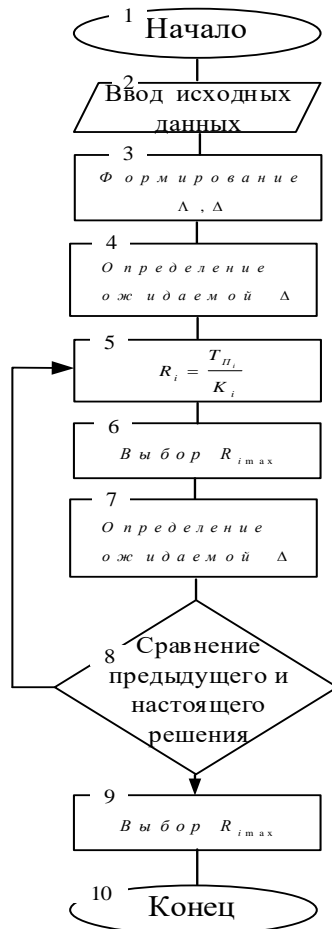


Рисунок 1 – Алгоритм формирования приоритета выполнения работ специалистами инженерно-авиационной службы в процессе подготовки группы воздушных судов

### Результаты экспериментальных исследований

Исходными данными для функционирования разработанного алгоритма являются: количество специалистов по  $i$ -ой специальности; время подготовки ВС по  $i$ -ой специальности, количество ВС которое нужно подготовить; вероятности отказов всех ВС по всем специальностям, которые записываются в программном обеспечении MS Excel, в виде Таблиц 1-3.

Таблица 1 – Количество личного состава по специальностям

Специальность	К (чел)
СД	-
АО	-
РЭО	-
АВ	-

Таблица 2 – Время подготовки воздушных судов каждым специалистом по специальности

Специальность	Время работы Тп (мин.)
СД	-
АО	-
РЭО	-
АВ	-

Таблица 3 – Приоритет по специальностям личного состава с учетом количества специалистов ИАС

R (приоритет)	К(чел)
R СД	-
R АВ	-
R АО	-
R РЭО	-

Очевидно, что при количестве специалистов по каждой специальности меньше, чем количество ВС, в первую очередь должны выполнять работу те специалисты, у которых максимальное время подготовки по специальности, т.к. их простой увеличивает общую продолжительность подготовки группы ВС. С другой стороны, приоритет в очередности работ имеют специалисты тех специальностей, которых меньше по численности. Таким образом, рейтинг каждой специальности определяется из выражения (3).

Зная время выполнения работ каждым специалистом по специальностям на ВС и то, сколько их участвует в подготовках авиационной техники, назначаются приоритеты. В процессе технического обслуживания авиационной техники появляется возможность, зная приоритеты исполнителей работ, руководить личным составом в условиях ограниченного количества специалистов для выполнения ими операций в определенной последовательности.

В MS Excel строится автоматически очередь в виде Таблицы 4.

Таблица 4 – Очередность специалистов при обслуживании группы воздушных

Приоритет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Номер ВС	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Специальность	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Зависимость приоритета от количества специалистов по специальностям показана на Рисунке 2.

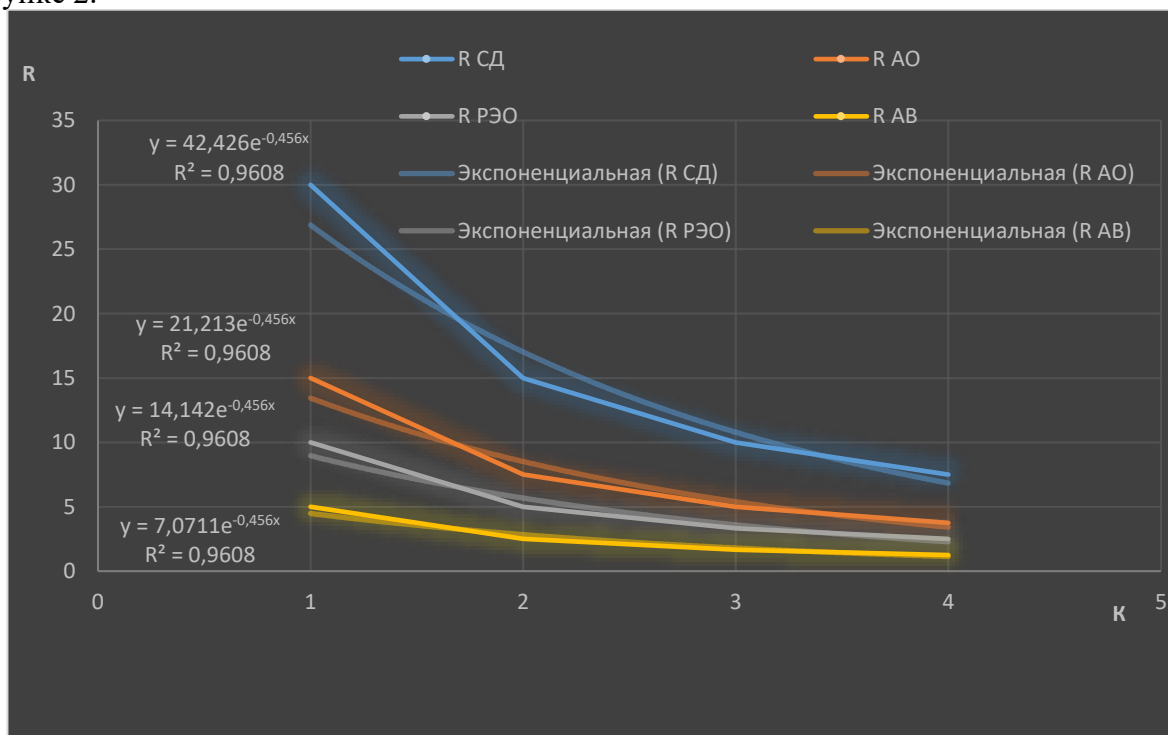


Рисунок 2 – Отображение зависимости приоритета от количества личного состава по специальности

Рассмотрим пример. Пусть всего для подготовки четырех ВС привлекается три специалиста по СД, два по АО, один по РЭО и три по АВ. Время подготовки по СД составит – 30 минут, АО – 15 минут, РЭО – 10 мин. и АВ – 5 мин. Вводим исходные данные в Таблицы 1-2. В Таблице 3 автоматически рассчитывается приоритет каждой специальности.



Пример заполнения исходных данных представлен в Таблицах 4 и 5. Результат применения формулы (1) выводится в виде Таблицы 6.

Таблица 4 – Количество личного состава по специальностям

Специальность	К (чел)
Самолеты и двигатели	3
Авиационное вооружение	3
Авиационное оборудование	2
Радиоэлектронное оборудование	1

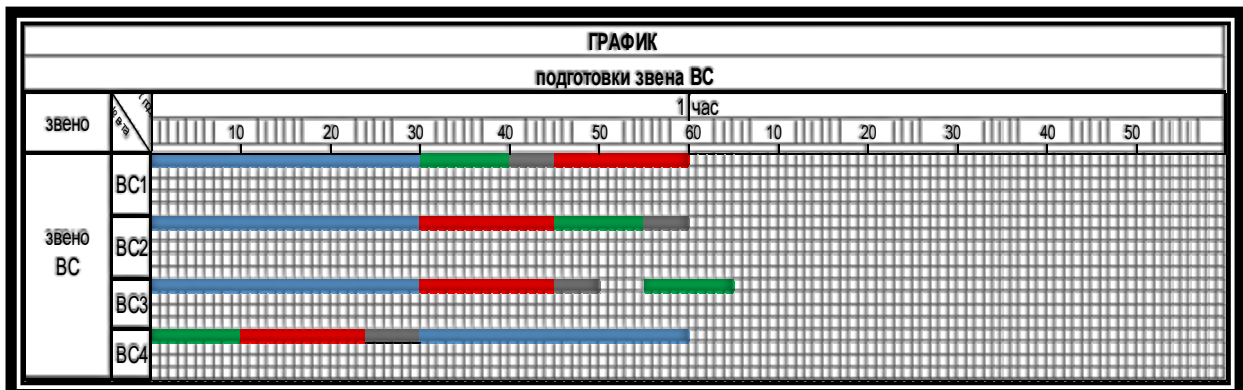
Таблица 5 – Время подготовки воздушных судов каждым специалистом по специальности

Время работы -Тп (мин.)	
Время работы (Тп) СД	30
Время работы (Тп) АВ	5
Время работы (Тп) АО	15
Время работы (Тп) РЭО	10

Таблица 6 – Приоритет по специальностям личного состава с учетом количества специалистов инженерно-авиационной службы

R \ K (чел) (приоритет)	1	2	3	4
R СД	-	-	10	-
R АВ	-	-	1,67	-
R АО	-	7,5	-	-
R РЭО	10	-	-	-

Данный алгоритм позволяет сформировать график подготовки четырех ВС имеющимся силами ИАС с учетом времени подготовки по каждой специальности (Рисунок 3).



- время подготовки специалистом по СД;
- время подготовки специалистом по АО;
- время подготовки специалистом по РЭО;
- время подготовки специалистом по АВ.

Рисунок 3 – График подготовки группы ВС (звена) в условиях ограниченных сил ИАС

### Заключение

Разработан алгоритм определения приоритета специалистов инженерно-авиационной службы, которые непосредственно выполняют работы на воздушных судах. Использование представленного алгоритма и проведенное моделирование для его исследования в Delphi и в MS Excel, с учетом приоритетов, позволяет сократить подготовку группы воздушных судов (звена воздушных судов) именно из-за того, что руководитель распределяет специалистов по воздушным судам автоматически. На основании информации о количестве личного состава, времени подготовок каждым специалистом воздушных судов формируется приоритет (очередь) выполнения работ специалистами [4]. Достигается минимизация времени подготовки группы воздушных судов (в рассматриваемом примере составит 1 ч. 05 мин.).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Головин В.Я., Шаламов А.С., Митрофанов Ю.В. и др. *Управление организационно-техническими системами. Учебник для иностранных военнослужащих, обучающихся в Военно-воздушной инженерной академии имени профессора Н.Е. Жуковского*. Под ред. В.Я. Головина. М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006.
2. Савенков М.А. *Автоматизация управления технической эксплуатацией авиационных систем*. М.: Транспорт.
3. Емелин Н.М. *Отработка систем технического обслуживания летательных аппаратов*. М.: Машиностроение, 1995.
4. Яцечко М.И., Ипполитов С.В., Репин Р.В.. Анализ существующих способов подготовки воздушных судов к полетам. Актуальные проблемы и перспективные направления развития комплексов авиационного оборудования. *Сборник научных статей по материалам V Международной НПК «Академические Жуковские чтения» (25-26 ноября 2018 г.)*. Воронеж ВУНЦ ВВС «ВВА», 218:223-226.

### REFERENCES

1. Golovin V.Y., A.S. Shalamov, Y.V. Mitrofanov et al. *Management of organizational and technical systems. A textbook for foreign troops studying at the Air Force Engineering Academy named after Professor N.E. Zhukovsky*. M.: Publishing. VVIA them. prof. NOT. Zhukovsky, 2006.
2. Savenkov M.A. *Automation of the management of the technical operation of aviation systems*. - M.: Transport.
3. Emelin N.M. *Development of maintenance systems of flying machines*. - M.: Mashinostroenie, 1995.
4. M.I. Yatsechko, S.V. Ippolitov, R.V. Repin. Analysis of existing methods of preparing aircraft for flight. Actual problems and promising directions for the development of aviation equipment complexes. *Collection of scientific articles based on the materials of the V International Scientific-Scientific Industrial Corporation "Academic Zhukovsky Readings" (November 25-26, 2018)*. - Voronezh VUNC VVS Air Force, 2018:223-226.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Яцечко Михаил Иванович**, адъюнкт кафедры эксплуатации авиационного оборудования, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, Российская Федерация.

**Ипполитов Сергей Викторович**, кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры эксплуатации авиационного оборудования, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, Российская Федерация.

**Репин Роман Васильевич**, преподаватель кафедры эксплуатации авиационного оборудования, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, Российская Федерация

**Мальшев Владимир Александрович**, доктор технических наук, профессор, ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж, Российская Федерация.

**Yatsechko Mikhail Ivanovich**, Adjunct Department of Operation of Aviation Equipment, Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.

**Ippolitov Sergey Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Operation of Aviation Equipment, Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation

**Repin Roman Vasilievich**, Teacher Department of Operation of Aviation Equipment, Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.

**Malyshev Vladimir Alexandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Air Force Academy, Voronezh, Russian Federation.