

DOI: 10.12731/2227-930X-2025-15-2-358

EDN: ZAYLET

УДК 656.022



Научная статья |

Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОЖЕСТВОМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*А.П. Преображенский, Т.В. Аветисян,  
Ю.П. Преображенский*

### *Аннотация*

**Обоснование.** В исследовании приведено рассмотрение задачи, связанной с разработкой системы управления множеством беспилотных летательных аппаратов. Проведен анализ возможностей повышения эффективности управления системами беспилотных летательных аппаратов. Показана роль методов классификации в рейтинговом оценивании системы летательных объектов. Представлена структура взаимодействия управляющего центра и множества беспилотных летательных аппаратов. Дано описание подходов, связанных с назначением рейтинга. Управляющим центром поддерживается мониторинг эффективности функционирования летательных аппаратов. Показано, как между собой связаны различные этапы рейтингового управления множества беспилотных летательных аппаратов. Общая интегральная оценка оказывает влияние на частную интегральную оценку. В случае совпадения рейтинга летательного аппарата с максимальной интегральной оценкой он будет рассматриваться как имеющий наибольший рейтинг.

**Цель** – разработка системы, на основе которой осуществляется управление множеством беспилотных летательных аппаратов.

**Материалы и методы.** Основные методы исследования связаны с применением теории множеств, рейтинговых подходов и экспертных методов.

**Результаты.** В данной статье подробным образом проведено рассмотрение основных принципов и особенностей формирования системы управления множеством беспилотных летательных аппаратов. В зависимости от начальных условий необходимо указать параметры, которые следует учитывать в модели. Результаты работы могут быть использованы для широкого круга беспилотных летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат; экспертный подход; модель; эффективность; оптимизация

**Для цитирования.** Преображенский, А. П., Аветисян, Т. В., & Преображенский, Ю. П. (2025). Разработка системы управления множеством беспилотных летательных аппаратов. *International Journal of Advanced Studies*, 15(2), 86–102. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-2-358>

Original article |

System Analysis, Management and Information Processing, Statistics

## DEVELOPMENT OF A CONTROL SYSTEM FOR MANY UNMANNED AERIAL VEHICLES

*A.P. Preobrazhenskiy, T.V. Avetisyan,  
Yu.P. Preobrazhenskiy*

### *Abstract*

**Background.** The study considers the problem associated with the development of a control system for many unmanned aerial vehicles. An analysis of the possibilities of improving the efficiency of control of unmanned aerial vehicle systems is carried out. The role of classification methods in the rating assessment of the system of flying objects is shown. The structure of interaction between the control center and a set of unmanned aerial vehicles is presented. A description of approaches related to the assignment of a rating is given. The control center maintains moni-

toring of the efficiency of the functioning of aircraft. It is shown how the various stages of rating management of a set of unmanned aerial vehicles are interconnected. The general integral assessment has an impact on the partial integral assessment. If the rating of the aircraft coincides with the maximum integral score, it will be considered as having the highest rating.

**Purpose.** Development of a system on the basis of which many unmanned aerial vehicles are controlled.

**Materials and methods.** The main research methods are related to the use of set theory, rating approaches and expert methods.

**Results.** In this paper, the basic principles and features of the formation of a control system for a set of unmanned aerial vehicles are considered in detail. Depending on the initial conditions, you must specify the parameters that should be taken into account in the model. The results of the work can be used for a wide range of unmanned aerial vehicles.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle; expert approach; model; efficiency; optimization

**For citation.** Preobrazhenskiy, A. P., Avetisyan, T. V., & Preobrazhenskiy, Yu. P. (2025). Development of a control system for multiple unmanned aerial vehicles. *International Journal of Advanced Studies*, 15(2), 86–102. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2025-15-2-358>

## Введение

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) в настоящее время активно используются в различных сферах: безопасность, метеорология, строительство, лесное и сельское хозяйство и др. Во многих случаях на практике необходимо использовать не один летающий объект, а несколько. Это позволяет значительным образом уменьшить требуемые ресурсы и обеспечить высокий уровень безопасности. Среди важных задач, которые связаны с управлением в системах БПЛА, можно отметить обеспечение эффективности их работы.

В работе [1] предлагается опираться на мультиагентный подход при управлении системой БПЛА. Отдельный объект управляется на основе автоматного подхода, совокупность объектов управля-

ется в рамках нейросетевого подхода. Комбинацию двух указанных подходов достаточно просто реализовать, но не учитывается влияние внешней среды, а также взаимодействие между соседними объектами оценивается уже постфактум.

Статья [2] посвящена обсуждению некоторых особенностей синтеза структуры управления системой БПЛА. При этом система управления построена по модульному принципу и может применяться для летательных аппаратов разных типов. В качестве возможных проблем можно указать нестабильную связь и появление нештатных ситуаций.

Для того, чтобы управлять группой БПЛА, можно опираться на архитектурное описание соответствующей системы [3]. Ее особенностью является возможность учета разных видов связей. Важно для эффективного управления обеспечивать поддержку стабильных связей между отдельными летательными аппаратами. Система управления может иметь разную степень централизации. При этом для оценки характеристик отдельных объектов могут потребоваться отдельные ресурсы.

Представляет интерес создания такой системы, в которой используется соответствующее распределение разных видов ресурсных обеспечений. Управляющий центр участвует в таком распределении. С точки зрения характеристик качества в системе должна учитываться неоднородность БПЛА с точки зрения их эффективности. При этом требуется сравнивать элементы БПЛА на базе оценок, которые измеримы количественным образом. Это должно реализовываться как внутри системы БПЛА, так и когда она взаимодействует с другими системами БПЛА. Возможности в системах БПЛА оптимизации управления связаны с тем, что получают сравнительные оценки функционирования разных объектов. С точки зрения фиксированной шкалы различные аспекты деятельности учитываются, когда сравниваются и упорядочиваются БПЛА в соответствующих группах. За счет интегральной характеристики при осуществлении оценивания есть возможности для

того, чтобы с точки зрения упорядоченной последовательности указать положение БПЛА.

То есть, актуальным является проведение исследований, связанных с применением управления в системах с применением подходов, базирующихся на математическом моделировании, оптимизации и экспертном оценивании систем БПЛА. При этом принимаются решения, которые относятся к тому, чтобы обеспечивать эффективное ресурсное обеспечение с учетом того, как согласованным образом взаимодействуют БПЛА и управляющий центр.

*Целью работы* является разработка подхода, позволяющего повысить эффективность систем БПЛА.

### **Возможности повышения эффективности управления системами БПЛА**

С точки зрения роста эффективности работы систем БПЛА необходимо обращать внимание оптимизацию распределения различных видов ресурсного обеспечения. Не всегда используются соответствующие оценки, когда анализируется распределение ресурсов [4]. Сами задачи могут быть слабоформализованными. В этой связи можно ориентироваться на подходы, относящиеся к управлению, которые нацелены на то, чтобы регулировать объемы ресурсного обеспечения БПЛА. В ходе решения задач применяются соответствующие методы. Может возникнуть ситуация, в которой наблюдается необходимость в выделении дополнительных ресурсов, чтобы БПЛА относились к группе объектов-лидеров.

Чтобы реализовывать механизмы управления, важно опираться на некоторые модели того, как будут БПЛА взаимодействовать с управляющим центром. Модели будут разные, что ведет в ходе принятия управленческих решений к тому, что реализуются многовариантные процессы. Управление системой БПЛА должно проводиться в рамках единой информационной компьютерной среды. Основная идея упорядочения отдельных объектов в системе связана с тем, что оценивается их рейтинговое состоя-

ние. Для того, чтобы решения были максимально эффективными и использованы на практике, после рассмотрения рейтинговых оценок необходимо сделать выбор такого варианта, который будет лучшим. Задача решается в рамках некоторых критериев и ограничений [5].

При этом необходимо ориентироваться на использование соответствующих подходов. Если требуется, то используются методы оптимизации. Большое влияние будет оказывать размерность решаемой задачи. Степень формализуемости задач будет оказывать влияние на применяемые методы решения оптимизационных задач в системе БПЛА.

Когда применяются методы экспертного оценивания? Они необходимы в тех случаях, когда слабоформализуемой будет задача, связанная с оптимальным выбором характеристик БПЛА. Она решается на основе выбранного метода. При этом необходимо ориентироваться на определенную последовательность действий, в который предусмотрен экспертный выбор.

### **Методика классификации в рейтинговом управлении в системе БПЛА**

Проведем рассмотрение систем БПЛА. За счет управляющего центра происходит взаимодействие с БПЛА по целому спектру параметров. При этом осуществляется достижение цели эффективного работы всей системы как целого. При решении проблем будем анализировать ресурсное обеспечение того, как реализуются основные функции системы, а также развиваются БПЛА, которые входят в систему. Все то время, в течение которого система работает, необходимо реализовывать подобный анализ.

Требуется выделять для каждого БПЛА некоторый объем ресурсов. Это делается на основе того, что по всей системе происходит мониторинг, и в дальнейшем управляющий центр реализует оценку эффективности. Такая оценка осуществляется с заданной периодичностью. Поскольку показателей много, то это приводит

к тому, что будут сложности с точки зрения того, как будут приниматься решения по управлению [6].

Отмеченные признаки при проведении классификации дают возможность для того, чтобы формализовать механизмы рейтингового управления. Будут рассматриваться такие параметры:

$i = \overline{1, I}$  – множество БПЛА  $o_i$ , которые образуют систему;

По  $i$ -му БПЛА, рассматриваются значения показателей эффективности  $y_{im}(t)$ . Процедуры мониторинга содержатся в управляющем центре. Для того, чтобы совершить элементарный этап мониторинга, требуется временной период  $t$ . Мониторинг осуществляется в течение всего времени функционирования системы БПЛА  $t = \overline{1, T}$ . В каждом из БПЛА происходит выделение главных показателей  $m = \overline{1, M}$ . Тогда после применения инструментов рейтингового управления можно оценить эффективность функционирования  $i$ -го БПЛА. Наблюдение ведется в течение времени  $t$ , всего показателей рейтинга  $j = \overline{1, J}$  – это определяет показатели эффективности  $\alpha_{ij}(t)$ .

Используя интегральную оценку  $F_i = \varphi(\alpha_{ij})$  для  $n$ -го направления функционирования по  $i$ -му при упорядочивании БПЛА  $o_i$  рассматривается рейтинговая оценка  $r_{im}$ . Используется множество направлений функционирования  $n = \overline{1, N}$  в системе БПЛА.

На базе интегральной оценки  $F_i$  применяется модель упорядочения БПЛА  $o_i$  по величине  $\varphi(\cdot)$ . При рассмотрении системы БПЛА по базовым параметрам учитывается ресурсное обеспечение  $V^0$ .

Для  $n$ -го направления деятельности учитывается ресурсное обеспечение  $V_n^0$ . Учитывается дополнительное ресурсное обеспечение  $V^g$ .

При рассмотрении  $i$ -го БПЛА в системе по базовым параметрам учитывается ресурсное обеспечение  $V_i^0$ . При рассмотрении  $i$ -го БПЛА учитывается дополнительное ресурсное обеспечение  $V_i^g$ .

При рассмотрении  $i$ -го БПЛА в системе в ходе его развития учитывается ресурсное обеспечение  $V_i^p$ . В ресурсном обеспечении при рассмотрении  $i$ -го БПЛА рассматривается заявленная потребность  $\overline{V}_i$ .

При реализации целей БПЛА применяется для  $i$ -го БПЛА для  $n$ -го направления показатель результатов  $x_{in}$ . Для  $n$ -го направления для  $i$ -го БПЛА, чтобы реализовать результат, используются удельные затраты  $c_{in}$ . При рассмотрении  $i$ -го БПЛА рассматривается глобальная рейтинговая оценка  $r_i$ .

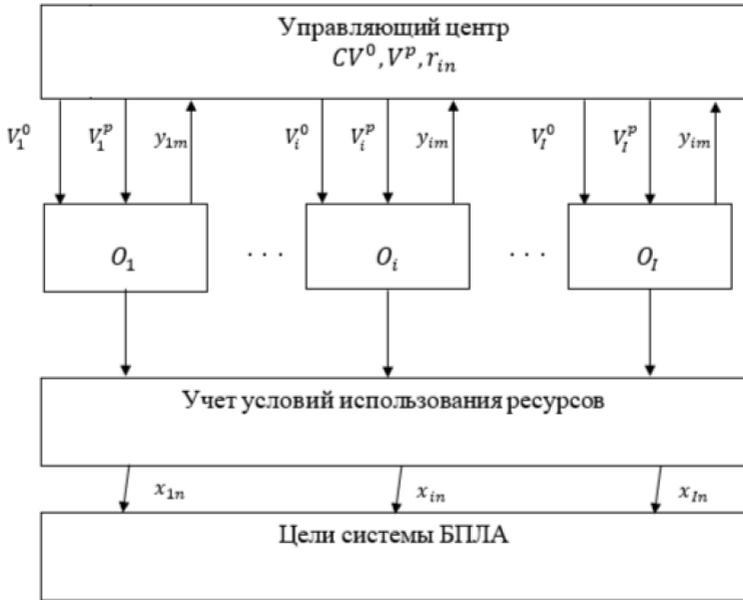
Когда анализируется  $i$ -й БПЛА для  $l$ -го направления, в таком случае будет обращать внимание на рейтинговую оценку  $r_{il}$ . Процесс осуществления оценок должен являться автоматизированным.

В ходе процедур назначения рейтингов рассматривается множество направлений  $l = \overline{1, L}$ . Они связаны с деятельностью системы БПЛА.

Тогда можно представить структуру взаимодействия управляющего центра с системой БПЛА с учетом управления, как показано на рис. 1. На нем учтены ранее введенные обозначения. Могут быть реализованы три подхода при рейтинговании. Первый подход связан с тем, что на основе значения рейтинга  $r_{in}$  происходит распределение ресурсного обеспечения  $V^0$  среди БПЛА  $o_i$ . Тогда управляющим центром будет проводиться выделение ресурсного обеспечения. Это выделение соотносится с соответствующим планом [7]. Пусть для каждого из  $i$ -х объектов системы БПЛА осуществляется анализ  $n$ -го направления их деятельности. При этом требуется, чтобы были применены объемы ресурсов  $V_{in}^0, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$ . Основная роль в распределении ресурсов принадлежит управляющему центру.

Во втором подходе проводится анализ того, как выполняются задачи системой БПЛА с учетом того, как обеспечивается минимизацию всех затрат. В таком случае приходится учесть неоднородности, связанные с тем, что требуется правильным образом осуществить распределение общего объема ресурсов с учетом того, какое  $n$ -е направление, связанное с базовыми параметрами в системе БПЛА

$$V_n^0 = \sum_{i=1}^I V_{in}^0.$$



**Рис. 1.** Иллюстрация структуры взаимодействия управляющего центра и системы БПЛА, если реализуется рейтинговое управление

Такая задача должна быть решена при реализации алгоритма рейтингового управления. Кроме того, необходимо осуществить выделение ресурсов для отдельного БПЛА с учетом того, какое будет анализироваться  $n$ -е направление по базовым параметрам

$$V_i^0 = \sum_{n=1}^N V_{in}^0.$$

Третий подход связан с тем, что ведется рейтинговое управление по тому, как распределяется дополнительное ресурсное обеспечение  $V^g$  БПЛА  $i^1 = 1, I^1 \in \bar{1}, \bar{I}$ , изменение функционирования которого ведет к тому, что будет наибольшее улучшение по рейтингу. Будет образовываться кластер БПЛА  $O_{i_1}, i_1 = 1, \bar{I}_1$ .

Учет условий использования ресурсов может быть разным. Например, они могут распределяться равномерно, или на основе соответствующим образом назначенных приоритетов.

Управляющим центром поддерживается мониторинг эффективности функционирования БПЛА для показателей  $Y_{im}, i = \overline{1, I}, m = \overline{1, M}$ . После этого рассматриваются особенности работы любого БПЛА по различным направлениям. Затем будут вычисляться рейтинговые оценки  $r_{in}, i = \overline{1, I}, n = \overline{1, N}$  с ориентиром на то, какое было выбрано множество показателей  $\alpha_{ij}$ . Полученная информация передается в управляющий центр. После решения задачи для некоторого выбранного ресурса  $v_{in}^0$  будут определены его объемы с учетом того, какие будут требования  $i$ -го БПЛА.

Осуществление различных этапов рейтингового управления системы БПЛА управляющим центром представлено на рис. 2. На рис. 2 дана иллюстрация структурной схемы того, как реализуются процедуры в ходе рейтингового управления.

Требуется провести формирование всех процедур, которые представлены на схеме. Необходимо совместным образом реализовывать мониторинг по всей системе и с ориентацией на требуемые ресурсы выбирать в системе группы БПЛА.

В ходе проведения рейтинговых процедур в системе можно выделить различные группы операций, которые соотносятся с определенными моделями. Эти модели могут быть трех видов:

1. Упорядочение объектов с учетом их характеристик;
2. Распределение и оптимизация различных видов ресурсов;
3. Определение рейтинговых оценок объектов системы.

Укажем характеристики модели третьего вида. В управляющем центре происходит выбор ключевых показателей. На их основе будет вычисляться интегральная оценка  $o_i$  для объектов в системе. При этом определяются значения рейтингов

$$F_i = \varphi(\alpha_{ij}) \quad (1)$$

Можно говорить о влиянии значений (1) на то, каким будет нумерационное множество БПЛА  $i = \overline{1, I}$ , как оно упорядочивается. При этом будет назначаться рейтинговая оценка  $r_i$ . Существуют возможности для того, чтобы оценка (1) проводилась различным образом.

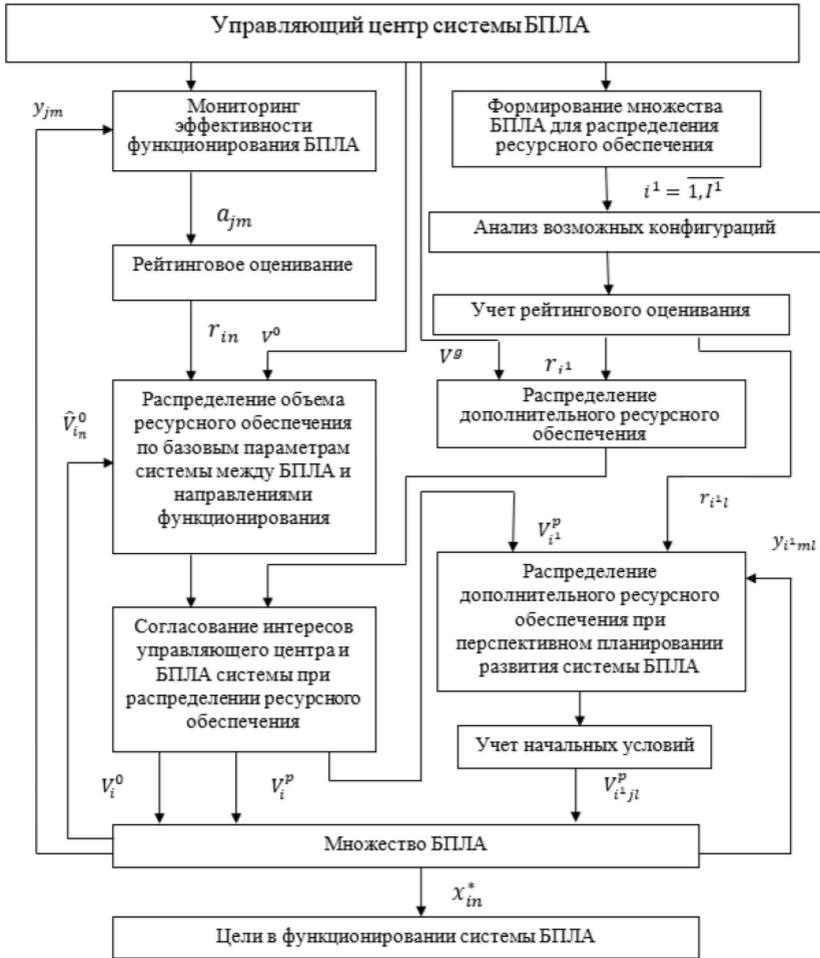


Рис. 2. Реализация управления системой БПЛА

В рассматриваемой модели есть несколько особенностей. Первая особенность состоит в том, что требуется провести расчет максимального значения интегральной рейтинговой оценки. Это необходимо для того, чтобы было реализовано условие нормировки. Если будет совпадение рейтинга объекта в системе с такой оцен-

кой, то такой объект будет рассматриваться как имеющий наибольший рейтинг.

Вычисление интегральной оценки проводится следующим образом:

$$F_i^{(1)} = \sqrt{\sum_{j=1}^J \alpha_{i,j}^2}, i = \overline{1, I}. \quad (2)$$

Следует отметить, что на интегральную оценку могут оказывать влияние конфигурации системы БПЛА. Они могут находиться в одной плоскости, находиться внутри параллелепипеда и др.

Чем больше будут рейтинговые оценки отдельных БПЛА, тем больше будет значение общей интегральной оценки. Необходимо понимать, за счет каких параметров БПЛА происходит формирование рейтинговых оценок.

Вторая особенность связана с тем, что требуется в модели учитывать вес любого из выбранных показателей  $j = \overline{1, J}$

$$F_i^{(2)} = \sqrt{\sum_{j=1}^J p_{ij} \cdot \alpha_{i,j}^2}, i = \overline{1, I}. \quad (3)$$

Если вести рассмотрение некоторого показателя,  $j = \overline{1, J}$ , то тогда  $\mu_j$  будет считаться весовым коэффициентом. Его выбор происходит на основе экспертного метода [8]. То есть, какой-то из показателей может оказаться более предпочтительным. При этом важно в ходе анализа всех показателей учитывать их относительную значимость. Дополнительное ресурсное обеспечение может занимать до половины от обеспечения по базовым параметрам.

Вследствие аддитивности функции (3) могут быть некоторые проблемы компенсации низкорейтинговых показателей высокорейтинговыми [9]. Это можно учесть за счет назначения дополнительных весовых коэффициентов.

Третья особенность заключается в том, что на основе анализа наилучшего значения интегрального показателя происходит оценка вклада в него каждого из частных показателей. Это дает возможности для выбора наиболее подходящей комбинации показателей.

На рис. 3 приведена зависимость эффективности управления от числа беспилотных летательных аппаратов в системе.

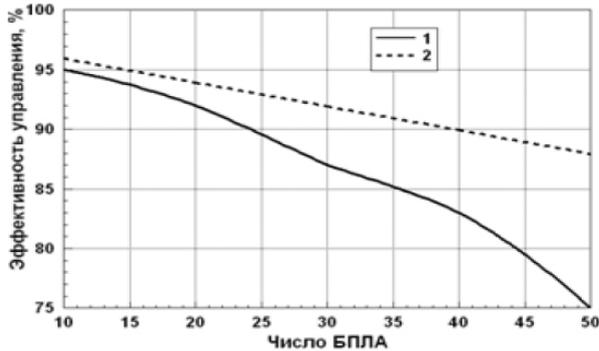


Рис. 3. Зависимость эффективности управления от числа беспилотных летательных аппаратов в системе

Кривая 1 соответствует случаю, когда рейтинговое управление отсутствует, кривая 2 соответствует случаю, когда рейтинговое управление используется.

### Заключение

1. Рассмотрены возможности повышения эффективности систем БПЛА. Определены требования к формируемым моделям.
2. Даны рекомендации по использованию интегральной оценки, используемой как мера рейтинга в системе БПЛА. При этом есть требования по учету ресурсного обеспечения. Указаны характеристики подходов, используемых в ходе рейтингования.
3. Приведен пример выбора параметров в используемой модели рейтинга.
4. Рассмотрены некоторые характеристики вычисления интегральной оценки.
5. Приведена зависимость эффективности управления от числа БПЛА в системе.

### **Список литературы**

1. Иванова, И. А., Никонов, В. В., & Царева, А. А. (2014). Способы организации управления беспилотными летательными аппаратами. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, (11-1)*.
2. Илюхин, С. Н., Топорков, А. Г., Корянов, В. В., Аюпов, Р. Э., & Павлов, Н. Г. (2015). Актуальные аспекты разработки системы управления перспективными беспилотными летательными аппаратами. *Инженерный журнал: наука и инновации, (9)*.
3. Миняйло, Д. В., Баранюк, В. В., & Крылова, О. С. (2019). Структурные и функциональные аспекты архитектурного описания управления многокомпонентным динамическим объектом. *International Journal of Open Information Technologies, 7(11)*, 34–42. EDN: <https://elibrary.ru/BELDRD>
4. Зотова, В. А., Тихонова, Н. А., & Феофанова, Т. Д. (2021). Техническое состояние транспортных средств и его изменение в процессе эксплуатации. *International Journal of Advanced Studies, 11(3)*, 76–82. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-3-76-82> EDN: <https://elibrary.ru/WPQQRX>
5. Карагодин, В. И. (2024). Распределение наземных транспортных и транспортно-технологических средств по объектам и видам работ с учетом их технического состояния. *International Journal of Advanced Studies, 14(3)*, 77–99. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-3-309> EDN: <https://elibrary.ru/SFOAPK>
6. Король, Р. Г. (2024). Моделирование транспортных процессов при формировании и развитии трансграничной инфраструктуры. *International Journal of Advanced Studies, 14(4)*, 134–153. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-4-323> EDN: <https://elibrary.ru/LTYYNJ>
7. Львович, Я. Е., Рындин, Н. А., & Сахаров, Ю. С. (2021). Оптимизация распределения ресурсного обеспечения развития цифровой среды управления в организационных системах. *Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление, (4)*, 106–114. <https://doi.org/10.18137/RNU.V9187.21.04.P.106> EDN: <https://elibrary.ru/FZEJTS>

8. Рынди́н, Н. А., & Сахаров, Ю. С. (2022). Оптимизация процесса синхронизации распределения ресурсного обеспечения цифровой среды управления на основе экспертного оценивания. В *Интеллектуальные информационные системы. Труды Международной научно-практической конференции* (с. 42–44). Воронеж.
9. Матюшков, А. Л., & Матюшкова, Г. Л. (2017). Нейронная сеть для установления рейтинга объекта. *Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: физика, математика, информатика*, (5), 58–59. EDN: <https://elibrary.ru/ZDFLOP>

### *References*

1. Ivanova, I. A., Nikonov, V. V., & Tsareva, A. A. (2014). Methods of unmanned aircraft control organization. *Current Problems of Humanities and Natural Sciences*, (11-1).
2. Ilyukhin, S. N., Toporkov, A. G., Koryanov, V. V., Ayupov, R. E., & Pavlov, N. G. (2015). Actual aspects of prospective unmanned aircraft control system development. *Engineering Journal: Science and Innovations*, (9).
3. Minyailo, D. V., Baranyuk, V. V., & Krylova, O. S. (2019). Structural and Functional Aspects of Architectural Description of Multicomponent Dynamic Object Control. *International Journal of Open Information Technologies*, 7(11), 34–42. EDN: <https://elibrary.ru/BELDRD>
4. Zotova, V. A., Tikhonova, N. A., & Feofanova, T. D. (2021). Technical Condition of Vehicles and Its Changes During Operation. *International Journal of Advanced Studies*, 11(3), 76–82. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2021-11-3-76-82> EDN: <https://elibrary.ru/WPQQRX>
5. Karagodin, V. I. (2024). Distribution of Ground Transport and Transport-Technological Means According to Objects and Types of Work Considering Their Technical Condition. *International Journal of Advanced Studies*, 14(3), 77–99. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-3-309> EDN: <https://elibrary.ru/SFOAPK>
6. Korol', R. G. (2024). Modelling of Transport Processes in Formation and Development of Cross-border Infrastructure. *International Journal*

- of Advanced Studies*, 14(4), 134–153. <https://doi.org/10.12731/2227-930X-2024-14-4-323> EDN: <https://elibrary.ru/LTYYNJ>
7. L'vovich, Ya. E., Ryndin, N. A., & Sakharov, Yu. S. (2021). Optimization of Resource Support Distribution for Development of Digital Management Environment in Organizational Systems. *Bulletin of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, Analysis and Management*, (4), 106–114. <https://doi.org/10.18137/RNU.V9187.21.04.P.106> EDN: <https://elibrary.ru/FZEJTS>
  8. Ryndin, N. A., & Sakharov, Yu. S. (2022). Optimization of synchronization process of digital management environment resource distribution based on expert evaluations. In *Intelligent Information Systems: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 42–44). Voronezh.
  9. Matyushkov, A. L., & Matyushkova, G. L. (2017). Neural Network for Setting Rating of an Object. *Bulletin of Brest State Technical University. Series: Physics, Mathematics, Computer Science*, (5), 58–59. EDN: <https://elibrary.ru/ZDFLOP>

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Преображенский Андрей Петрович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий  
*Воронежский институт высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*app@vivt.ru*

**Аветисян Татьяна Владимировна**, преподаватель  
*Колледж Воронежского института высоких технологий*  
*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация*  
*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

**Преображенский Юрий Петрович**, кандидат технических наук, доцент, проректор по информационным технологиям  
*Воронежский институт высоких технологий*

*ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Российская Федерация  
petrovich@vivt.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Andrey P. Preobrazhenskiy**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Technologies

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenina Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*app@vivt.ru*

*SPIN-code: 2758-1530*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6911-8053>*

*ResearcherID: A-5832-2019*

*Scopus Author ID: 14122417700*

**Tatyana V. Avetisyan**, teacher

*College of Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenina Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*vtatyana\_avetisyan@mail.ru*

*SPIN-code: 3062-9901*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3559-6070>*

*Scopus Author ID: 58079888600*

**Yuriy P. Preobrazhenskiy**, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Vice Rector for Information Technology

*Voronezh Institute of High Technologies*

*73a, Lenina Str., Voronezh, 394043, Russian Federation*

*petrovich@vivt.ru*

*SPIN-code: 3797-9115*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9021-5106>*

*Scopus Author ID: 57210937583*

Поступила 15.04.2025

После рецензирования 12.05.2025

Принята 23.05.2025

Received 15.04.2025

Revised 12.05.2025

Accepted 23.05.2025