

УДК 004.9:338.2

DOI: [10.26102/2310-6018/2019.27.4.035](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2019.27.4.035)

ПОДХОД К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ РЕСУРСОВ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Я. Егоров¹, Х.С. Салих²

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,
Россия

¹e-mail: egorovsky@yandex.ru

²e-mail: hayder85_eng@yahoo.com

Резюме: Совершенствования методов оптимального распределения ресурсов предприятий является одной из приоритетных задач развития экономики. В статье предложен подход к созданию системы поддержки принятия решений при управлении распределением транспортных и технологических машин автотранспортного предприятия по строительным объектам. В качестве примера рассмотрено автотранспортное предприятие, имеющее обширный парк грузового автотранспорта и специализированных машин для выполнения строительных работ. Для реализации механизмов управления, основанных на использовании оперативных данных со строительных объектов в работе предлагается модель управления, для которой характерно наличие гибкой обратной связи. Разработан алгоритм формирования управляющих воздействий в системе управления с обратной связью, минимизирующий расходы автотранспортного предприятия при решении комплекса задач по распределению ресурсов предприятия (машин и механизмов) по удаленным объектам. В основе подхода лежит принцип координации выполнения работ проектов по сетевым планам построенным с учетом технического состояния машин и механизмов автотранспортного предприятия. Координация решения задач производственной и технической эксплуатации парка машин и механизмов позволяет принимать обоснованные решения по использованию техники и способствует повышению общей технической готовности автотранспортного парка, что в свою очередь ведет к повышению эффективности деятельности всего предприятия, к менее затратному решению задач, поставленных в рамках крупных проектов государством.

Ключевые слова: распределение ресурсов, система поддержки принятия решений, сетевое планирование, мониторинг.

Для цитирования: Егоров С.Я., Салих Х.С. Подход к созданию системы поддержки принятия решений при управлении распределением ресурсов автотранспортного предприятия.

Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2019;7(4). Доступно по:
https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/EgorovSalih_4_19_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.035

APPROACH TO ESTABLISHING A DECISION MAKING SYSTEM OF RESOURCES DISTRIBUTION FOR AUTO TRANSPORTATION COMPANY

S.Y. Egorov, H.S. Salih

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Abstract: One of the primary tasks of economics is to improve methods of the optimal distribution of company resources. The article proposes an approach to creating a decision-making system for managing the distribution of transport and technological vehicles of an auto transportation company across its construction sites. As an example, we consider a truck company that has an extensive fleet of freight vehicles and specialized vehicles for construction work. To implement control mechanisms based on the use of operational data from construction sites, a resources management model is proposed, which is characterized by the implementation of flexible feedback. We developed an algorithm for generating managing actions in a feedback-based control system that minimizes the costs of an auto transport company when solving a set of tasks for distributing the company's transport resources to remote objects. The approach is based on coordinating the implementation of projects according to the network plans that were built, taking into account the vehicles' technical condition. Coordination of solving the problems of production and technical operation of a transport vehicle fleet allows us to make informed decisions on the use of the vehicles and helps to increase the overall technical readiness of the fleet. That, in turn, leads to an increase in the efficiency of the entire company and provides a less costly solution to large governmental projects.

Keywords: resource distribution, system for support of decision-making, network planning, monitoring.

For citation: Egorov S.Y., Salih H.S. Approach to establishing a decision making system of resources distribution for auto transportation company. *Modeling, optimization and information technology*. 2019;7(4). Available by: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/EgorovSalih_4_19_1.pdf DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.035 (In Russ.).

Введение

Бурное развитие средств вычислительной техники привело к повсеместному ее использованию при решении широкого круга задач практически во всех сферах производства. Не является исключением и такая сфера производства как строительные работы, эффективность которых во многом определяется как наличием автотранспорта, обеспечивающего своевременную поставку на строительную площадку материалов, так и наличием специализированной техники для проведения соответствующих работ. Современные тенденции в реализации крупных строительных проектов в РФ и в мире, важность которых подчеркивается на самом высоком уровне, имеют особенности в части транспортного обеспечения работ. Эффективность эксплуатации машин и механизмов на крупных и распределенных объектах, а также в рамках крупных логистических структур, обеспечивающих строительство нескольких объектов, во многом определяют итоговую экономическую и временную эффективность строительства.

Анализ рабочего времени использования машин [1] показал, что до 20 процентов потери рабочего времени машин обусловлены плохой организацией выполнения работ и техническими неисправностями машин, техническое обслуживание которых планировалось без связи с планами производственных работ.

Улучшение показателей работы производства достигается различными организационно-техническими методами, одним из которых является применение экономико-математических методов при планировании работ проектов, их оптимизации, мониторинга хода выполнения работ и оперативного сопровождения [2,3].

Разработка таких методов началась одновременно с появлением вычислительных машин в середине прошлого века и активно продолжается в настоящее время, что

обусловлено многообразием практических задач и развитием математического аппарата для их решения.

Именно многообразие прикладных задач и постоянный рост сложности их постановок, вызванный желанием учесть как можно больше факторов в работе производства, приводит к необходимости и, лучше сказать, неизбежности совершенствования методов оптимального распределения ресурсов проектов [4,5].

Одним из возможных подходов к решению возникающих задач является создание на базе электронно-вычислительной техники и математических методов системы поддержки принятия управляющих решений, компоненты которой описаны в работе. В качестве примера рассмотрено автотранспортное предприятие, имеющее обширный парк грузового автотранспорта и специализированных машин для выполнения строительных работ.

Предприятие обслуживает ряд объектов рассредоточенных на большой территории, что из-за больших транспортных расходов по перемещению техники с объекта на объект делает актуальным создание системы оперативного мониторинга распределения машин по объектам. Наиболее актуален такой подход при выполнении дорожно-строительных работ, где на работы связанные с автотранспортом и строительными машинами приходится более половины всех затрат.

Неформализованная постановка задачи

Предполагается что АТП (транспортное звено крупной дорожно-строительной компании) имеет множество плановых работ по транспортировке грузов и дорожно-строительным работам в распределенной структуре территориально удаленных объектов. Основная задача заключается в динамическом распределении всех имеющихся транспортных средств и специализированных машин между всеми объектами для повышения эффективности производственной деятельности компании.

Материалы и методы

Анализ деятельности предприятий [6] показал, что планирование и управление всем парком машин при реализации производственных программ на рассредоточенных объектах носит комплексный характер и интегрирует цели задач диагностики, технического обслуживания, распределения ресурсов и другие, что требует использования высокопроизводительной вычислительной техники и наличия соответствующего программного обеспечения для управления такими предприятиями.

В результате проведенного анализа методов и средств диагностики транспортных средств [7] показана: перспективность дистанционной диагностики; целесообразность организации специализированных диагностических центров для конкретных групп автомобилей; оборудования станций технического обслуживания современной контрольно-измерительной аппаратурой и компьютерами.

Для реализации механизмов управления, основанных на использовании оперативных данных со строительных объектов и информации о состоянии транспортных средств, в работе предлагается модель системы поддержки принятия решений (СППР) для которой характерно наличие обратной связи (Рисунок 1). В основе подхода лежит принцип координации сетевых планов и ресурсов.

Выделяются две информационных компоненты: первая - информация от ЛПР и различных уровней иерархии в СППР (I_i запросы), вторая - от СППР к ЛПР и объектам

(I_{II} ответы). Информационная компонента I_I представляет множество целей ЛПР $C = \{c_i | i = 1...n\}$ на которые требуется получить ответ. Это могут быть как информационные запросы о техническом состоянии машин и механизмов имеющихся в организации так и запросы направленные на решение текущих задач по управлению работы автотранспортного предприятия. Среди них выделяются две группы задач - задачи производственной эксплуатации и задачи технической эксплуатации [1]. К первой группе относятся задачи: - создание плана использования парка машин на отдельных объектах (*задача 1*); - разделение типов механизированных работ по возможным способам их реализации (*задача 2*); - оптимизация поточных механизированных работ (*задача 3*); - распределение всего парка машин по строительным объектам (*задача 4*); - формирование и оптимизация структуры парка машин (*задача 5*). Ко второй группе относятся задачи: - формирование оценок потребности в текущих ремонтах (*задача 6*); - формирование оптимальной структуры и состава ремонтно-эксплуатационных средств (*задача 7*); - оперативное управление подвижным составом (*задача 8*); - сетевое планирование и управление всем парком машин при реализации программ строительства рассредоточенных объектов (*задача 9*). Перечисленные задачи образуют некоторую иерархическую структуру. Так последняя задача является наиболее сложной и объединяет решение других задач.

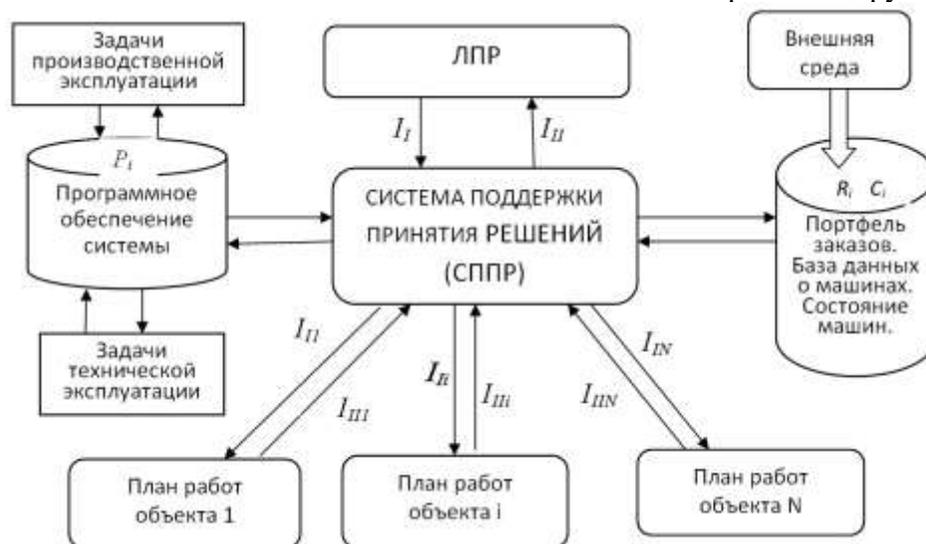


Рисунок 1 – Структура системы поддержки управленческих решений

На каждый запрос проводится оценка ресурсов $R = \{r_i\}$, необходимых для его выполнения и направленных на достижение цели c_i на каждом уровне иерархии.

Информационная компонента I_{II} - информация передаваемая ЛПР является ответом на полученный запрос и получается путем применения соответствующих программ P_i , реализующих запросы по достижению цели c_i . Программы P_i , - это совокупность УР или правил вывода $P_i = \{P_{i,l} | l = 1...L\}$, использование которых определяется на основе сложившейся ситуации. Полагается, что для каждого УР $P_{i,l}$ имеется соответствующая процедура его реализации $P_{i,l} = \{P_{i,l}^k | k = 1...K\}$.

Динамика оценок ресурсов также определяется выбором УР $P_{i,l}$. Кроме того, изменение ресурсов зависит и от внешней среды. Сама процедура $P_{i,l}^k$, задается внутренним состоянием системы.

Информационные компоненты I_{ii} от обслуживаемых предприятием объектов содержат запросы на количество и вид техники необходимой на объекте, а также периоды времени, когда она требуется. Предполагается, что для каждого объекта предварительно составляется сетевой график выполнения работ (*задача I*). Компоненты I_{iii} - ответы СППР на запросы. Они могут быть положительными - когда требуемая техника есть в наличие и отрицательным, если техники нет. В последнем случае решается *задача 8* для перераспределения имеющихся у предприятия ресурсов. Такая ситуация чаще всего возникает, при воздействии внешней среды, например, ввода в работу нового объекта. Общая процедура формирования управляющих решений представлена на Рисунке 2.

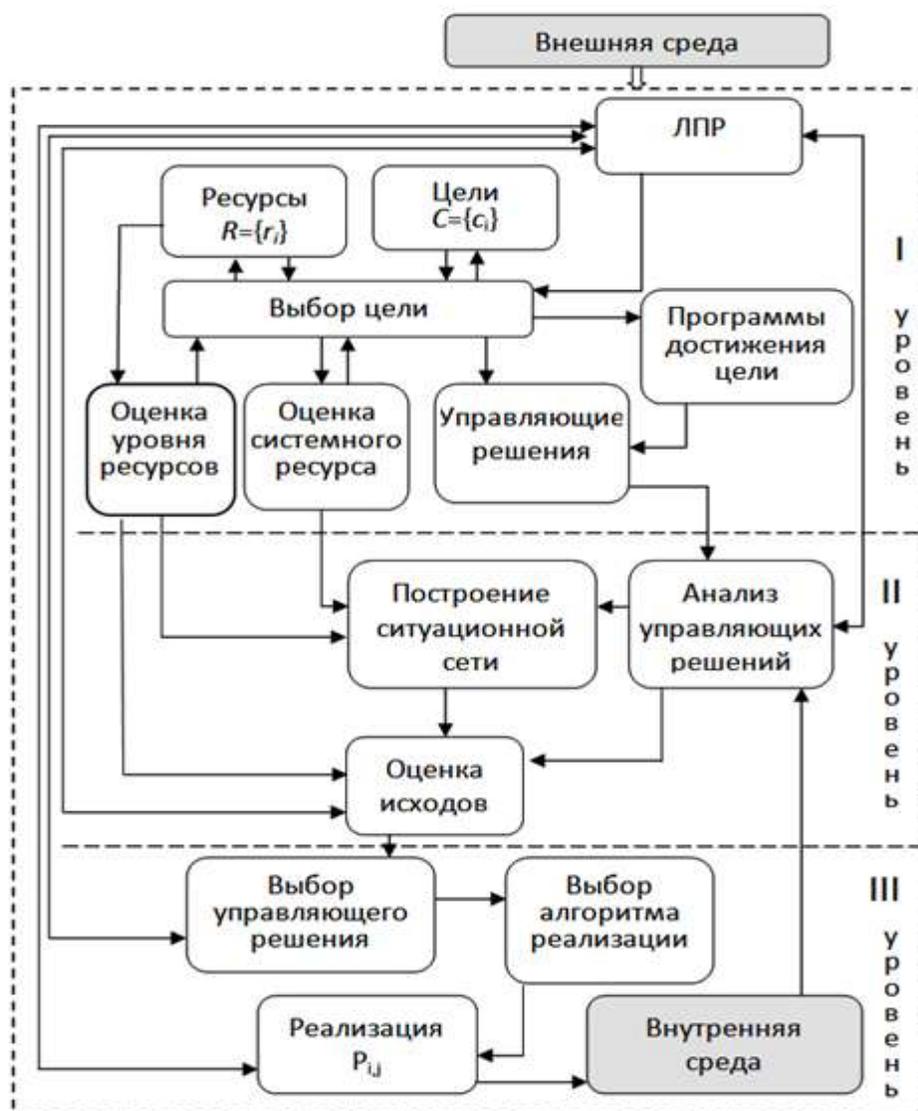


Рисунок 2 – Схема формирования управляющих воздействий

На уровне I выполняется оценка имеющихся ресурсов для достижения выбранной цели. На уровне II моделируются возможные варианты и исходы решения задач. На уровне III выполняется решение задачи по выбранному сценарию.

Общее состояние системы описывается вектором: $M = (R, S, P, \phi, f, \Psi, \lambda)$, где:

- R - определяет системные ресурсы;
- S - внутреннее состояние системы;
- $\phi : R \times c_i \rightarrow V(R)$ – функционал оценки системных ресурсов, обеспечивающих выполнение действий для заданной цели;
- $f : V(R(t)) \times P_{i,l} \rightarrow V(R(t+l))$ – функционал оценки исхода в зависимости от текущего состояния системного ресурса и УР, где $t = \{1...T\}$ – дискретные моменты времени;
- $\Psi : V(R(t+l)) \times P_{i,l} \rightarrow P_{i,g} (g \in l)$ – функция выбора УР, учитывающая оценку возможных исходов;
- $\chi : P_{i,g} \times S \rightarrow P_{i,g}^k$ – функция выбора программы выполнения УР $P_{i,g}$, для заданных внутренних состояний;
- $\lambda : P_{i,l} \times S \rightarrow [0,1]$ – нечеткое бинарное отношение, определяющее оценку программы для заданного внутреннего состояния.

Полагается, СППР имеет доступ к множеству целей c_i пользователя, а также всем уровням иерархии с учетом оценок наличия ресурсов для достижения каждой цели. Для определенного подмножества целей СППР имеет совокупность программ $P_j, j = 1..m, m < n$.

Выбор цели может определяться как ЛПР, так СППР. СППР предлагает ЛПР ранжированную выборку программ реализации целей с учетом ограничений по ресурсам. Далее СППР проводит анализ возможных УР и останавливается на управление, для которого $V(R)/c_i \rightarrow \max$. Данное управление согласуется с ЛПР. По инициативе ЛПР процедура достижения цели c_i может останавливаться и выполняться переход к другой цели c_p . На очередной выбор c_p может повлиять наличие ресурсов r_p или отсутствие УР.

В целях более рационального планирования в работе предлагается применять сетевой график (задача 1) выполнения работ проекта, который учитывает структуру работ и наглядно отображает:

LF - позднее окончание; LS - позднее начало; EF - ранний финиш; ES - ранний старт; Dur - продолжительности работы; SL - резерв времени.

При этом оценка длительности выполнения работ выполняется на основе временных затрат, которые необходимы для реализации всей совокупности операций, представляющих работу (Рисунок 3).

Используя стандартные подходы, а именно, законы Паркинсона и Мерфи [8], к управлению проектами, связанные с различными видами неопределенности (стохастической и лингвистической), проблемы решаются на основе следующих правил:

- фокусировать внимание на запланированных показателях начала и завершения работ;

- использования неопределенностей при оценке рисков связанных с невыполнения работ.

Основными управляющими воздействиями могут быть: - привлечение субподрядчиков и дополнительных исполнителей; - повышение интенсивности работ; - применение материального стимулирования к работникам; - повышение квалификации исполнителей; и другие.

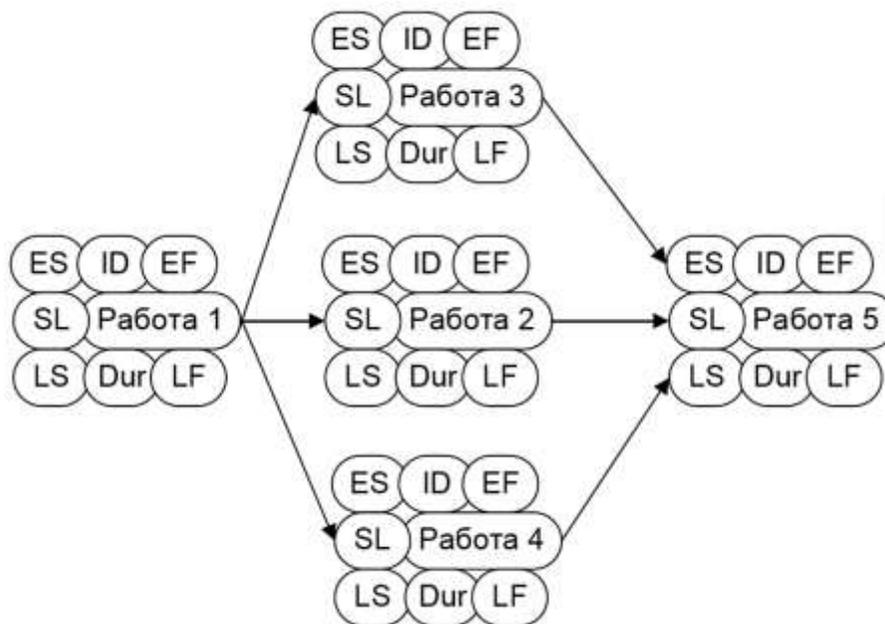


Рисунок 3 – Представление сетевого плана реализации работ

В случае отклонения от сроков материальное стимулирование может включать: - введение сдельной оплаты; - увеличение зарплаты; - премиальные и другие меры.

В изменения изначальных планов возможно: - увеличение общего срока завершения проекта; - смещение вех проекта; - изменение сроков завершения работ и другие. Изменение сроков реализации проекта возможно выполнить следующими способами: - перебазирование техники между внутренними параллельными этапами проекта с последующим смещением вех; - изменение объема ресурсов, которое предполагает динамическую переброску между критическими и некритическими работами в целях уменьшения общих сроков выполнения всего проекта; - смещение всех может быть реализовано только в случае весьма существенных объективных причин и когда она не связана с событиями, не подлежащими переносу.

Результаты и обсуждение

Основным результатом работы является подход к созданию СППР управления автотранспортным предприятием. Описанный подход базируется на совместном решении задач производственной и технической эксплуатации машин и механизмов предприятия, что позволяет принимать обоснованные решения по использованию техники и способствует повышению общей технической готовности автотранспортного парка, что в

свою очередь ведет к повышению эффективности деятельности всего предприятия, к менее затратному решению задач, поставленных в рамках крупных проектов государством.

Приведенный спектр приемов имеет также и недостатки. Так, в частности, оптимизация сетевых графиков за счет привлечения дополнительных ресурсов на работы критического пути приводит к сокращению длительности выполнения проекта, но повышает риск снижения качества всего проекта за счет запараллеливания работ, которое снижает степень управляемости. Слишком сильное распараллеливание работ приводит к повышению нагрузки на менеджера проекта, что также может привести к серьезным ошибкам, а соответственно сбоям ритмичности производственного процесса.

Заключение

Для реализации механизмов управления, основанных на использовании оперативных данных со строительных объектов, в работе предлагается модель системы поддержки управленческой деятельностью, для которой характерно наличие гибкой обратной связи. Предложенный подход по управлению распределению транспортных и технологических машин по строительным объектам учитывает возможности взаимодействия выбранных комплектов машин и соответственно их совместную производительность, что способствует повышению эффективности работы предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вербицкий Г. М. Комплексная механизация строительства. Хабаровск, изд-во Тихоокеан. гос. ун-та. 2006:274.
2. Kreig, G.N. Kanban-Controlled Manufacturing systems. Berlin Springer-Verlag Heidelberg. 2005:238. DOI: 10.1007/B138676
3. Sodenkamp M. Models, Methods and Applications of Group Multiple-criteria Decision Analysis in Complex and Uncertain Systems PhD thesis.-Paderborn. 2013:221.
4. Uthayakumar P., Karuppasamy S.K. A fuzzy inventory model with lot size dependent ordering cost in healthcare industries. Operations Research and Applications: An International Journal. 2016;3(1):17-28. DOI: 10.5121/oraj.2016.3102
5. Hwang C.L. Multiple Attribute Decision Making. Springer, Berlin. 1981:357. DOI: 10.1007/978-3-642-48318-9.
6. Исмоилов М.И., Салих Х.С. Построение системы мониторинга выполнения плановых работ на распределенных объектах. Управленческие решения на транспорте: сб. науч. тр. МАДИ. М.: МАДИ. 2016:18-25.
7. Исмоилов М.И., Салих Х.С. Задача оптимизация предупредительных замен при организации технического обслуживания транспортных машин. Управленческие решения на транспорте: сб. науч. тр. МАДИ. М.: МАДИ. 2016:26-31.
8. Артур Б. Закон Мерфи. Минск: Попурри. 2005:224.

REFERENCES

1. Verbickij G. M. Complex mechanization of construction. Habarovsk: izd-vo Tihookean. gos. un-ta, 2006: 274s.
2. Kreig, G.N. Kanban-Controlled Manufacturing systems. Berlin Springer-Verlag Heidelberg. 2005:238. DOI: 10.1007/B138676.

3. Sodenkamp M. Models, Methods and Applications of Group Multiple-criteria Decision Analysis in Complex and Uncertain Systems PhD thesis.-Paderborn. 2013:221.
4. Uthayakumar P., Karuppasamy S.K. A fuzzy inventory model with lot size dependent ordering cost in healthcare industries. Operations Research and Applications: An International Journal. 2016;3(1):17-28. DOI: 10.5121/oraj.2016.3102
5. Hwang C.L. Multiple Attribute Decision Making. Springer, Berlin. 1981:357. DOI: 10.1007/978-3-642-48318-9.
6. Ismoilov M.I., Salih H.S. Construction of a system for monitoring the implementation of planned work on distributed objects. Upravlencheskie resheniya na transporte: sb. nauch. tr. MADI. M.: MADI, 2016:18-25.
7. Ismoilov M.I., Salih H.S. The task of optimizing preventive replacements in the organization of maintenance of transport vehicles. Upravlencheskie resheniya na transporte: sb. nauch. tr. MADI, M.: MADI, 2016:26-31.
8. Artur B. Zakon Merfi. – Minsk: Popurri, 2005:224.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Егоров Сергей Яковлевич, профессор кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент, Тамбов, Российская Федерация

Egorov Sergey Yakovlevich, Professor of Department of Computer-integrated Systems in Mechanical Engineering Tambov State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Tambov, Russian Federation

Салих Хайдер Сабех соискатель ученой степени кандидата наук, прикреплен к Тамбовскому государственному техническому университету, Тамбов, Российская Федерация

Salih Hayder Sabah, Competitor of a Scientific Degree of Candidate of Sciences, is Attached to Tambov State Technical University of Russia, Tambov, Russian Federation