

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>

Russian journal of transport engineering

2020, №1, Том 7 / 2020, No 1, Vol 7 <https://t-s.today/issue-1-2020.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/09SATS120.pdf>

DOI: 10.15862/09SATS120 (<http://dx.doi.org/10.15862/09SATS120>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Шепитько Т.В., Болотов А.С. Исследование устойчивости принимаемых решений по формированию структуры ремонтных подразделений дорожно-строительной компании // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №1, <https://t-s.today/PDF/09SATS120.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/09SATS120

**For citation:**

Shepitko T.V., Bolotov A.S. (2020). The study of the sustainability of decisions on the formation of the structure of repair units of a road construction company. *Russian journal of transport engineering*, [online] 1(7). Available at: <https://t-s.today/PDF/09SATS120.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/09SATS120

УДК 72

**Шепитько Таисия Васильевна<sup>1</sup>**

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», Москва, Россия  
Институт пути, строительства и сооружений  
Директор  
Доктор технических наук, профессор  
E-mail: [Shepitko-tv@mail.ru](mailto:Shepitko-tv@mail.ru)

**Болотов Антон Сергеевич**

Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта Российской Федерации, Москва, Россия  
Управление административно-кадровой работы и правового обеспечения  
Заместитель начальника  
E-mail: [6269398@gmail.com](mailto:6269398@gmail.com)

## Исследование устойчивости принимаемых решений по формированию структуры ремонтных подразделений дорожно-строительной компании

**Аннотация.** В настоящее время ведется работа по приведению в нормативное состояние не менее половины дорожной сети крупных агломераций. Контроль реализации проекта осуществляют Министерство транспорта Российской Федерации и Федеральное дорожное агентство. В перечне поставленных целей – проведение ремонтно-восстановительных работ. Эта задача, по мнению автора, наилучшим образом может быть решена с использованием математического моделирования. В статье исследованы тенденции в поведении системы массового обслуживания и их влияние на устойчивость принимаемых решений по выбору структуры дорожно-строительной компании. В статье загрузка производственных единиц в дорожно-строительной компании имитируется потоком заявок. Задача поиска оптимальной организационной структуры является многокритериальной, а каждый показатель эффективности, в свою очередь, представляет собой функцию нескольких переменных. Функционирование служб поддержки и ремонтных подразделений направлено на поддержание в работоспособном состоянии основного производственного оборудования. Полученные по результатам исследования данные позволяют утверждать, что представленная система

---

<sup>1</sup> IEEE Membership #94461063

массового обслуживания обладает достаточно устойчивыми характеристиками. Это подтверждает как возможность определения оптимальной структуры ремонтного подразделения, так и возможность существования структуры, принятой в качестве оптимальной, в достаточно широком диапазоне условий. Управленческие решения должны иметь требуемый уровень качества. Обычно, обсуждая этот вопрос, говорят о научной обоснованности и компетентности решения, его своевременности, эффективности и непротиворечивости. Достижение требуемого уровня трех последних показателей в значительной степени зависит от полноты и достоверности исходной информации. Обоснованность и компетентность принимаемых решений обеспечиваются научно обоснованной методикой формирования оптимальной структуры ремонтных подразделений.

**Ключевые слова:** система массового обслуживания; оптимальность; порог Парето; повышение производительности; диагностика и ремонт; интервал времени; переменные параметры; каналы обслуживания

Министерством транспорта Российской Федерации во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»<sup>2</sup> разработан Паспорт национального проекта, который включает в себя четыре федеральных проекта: «Дорожная сеть», «Общесистемные меры по развитию дорожного хозяйства», «Безопасность дорожного движения» и «Автомобильные дороги Минобороны России»<sup>3</sup>. Срок его реализации установлен с декабря 2018 года по 2024 год (включительно).

Его целью является приведение к 2018 году в нормативное состояние не менее половины дорожной сети крупных агломераций, а к 2025 году – повышение этого показателя до 85%. Контроль реализации проекта осуществляют Министерство транспорта Российской Федерации и Федеральное дорожное агентство.

В соответствии с Дорожной картой, в рамках проекта предусмотрено: к середине 2019 г. должен быть создан и введен в действие Реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения. К концу 2020 г. должны быть приняты нормативные правовые акты, направленные на усиление ответственности за отдельные наиболее опасные правонарушения в области дорожного движения; должно быть обеспечено безопасное участие детей в дорожном движении. К концу 2021 года будут приняты нормативно правовые акты, направленные на совершенствование системы профессиональной подготовки водителей. К концу 2024 года состоится внедрение и обеспечение функционирования информационной системы контроля за формированием и использованием средств дорожных фондов всех уровней (СКДФ) и ежегодная актуализация внесенных в нее данных; будет развита система организации движения транспортных средств и пешеходов, повышена безопасность дорожных условий; будет развита система оказания помощи пострадавшим в ДТП.

Очень важным этапом, обозначенным в перечне целей национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» является не только приведение в нормативное состояние дорожной сети городских агломераций; сокращение количества мест концентрации дорожно-транспортных происшествий на дорожной сети городских агломераций, но и реализация программ комплексного развития транспортной инфраструктуры

---

<sup>2</sup> Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

<sup>3</sup> Паспорт национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги». Источник: <http://government.ru/>.

с проведением некапиталоемких мероприятий, направленных на ликвидацию мест концентрации ДТП и проведение ремонтно-восстановительных работ<sup>4</sup>. Последняя из перечисленных задач может быть наилучшим образом решена с использованием математических методов.

Эффективным методом решения организационно-управленческих задач и выбора организационной структуры является математическое моделирование. В настоящей работе в качестве математической модели используется система массового обслуживания (СМО) [1].

Загрузка производственных единиц в дорожно-строительной компании имитируется потоком заявок. По загрузке производственных ячеек (каналов обслуживания), длине очереди, времени ожидания определяется соответствующее потоку заявок количество каналов обслуживания. Сравнение производится, как уже отмечалось, с использованием аппарата Парето-оптимизации.

Группа каналов может быть объединена в производственную структуру с органом управления и диспетчеризации. Его загрузка моделируется аналогично. Поток производственных заявок генерирует поток заявок на управление. Последовательность действий при моделировании управления следующая:

1. Осуществляется деление организации по горизонтали на крупные блоки, соответствующие важнейшим направлениям деятельности компании по реализации ее стратегии. При этом уточняется, какие виды деятельности должны выполняться линейными подразделениями, а какие – штабными.
2. Устанавливается соотношение полномочий для различных должностей. При этом руководство устанавливает цель команд, если необходимо, производит дальнейшее деление на более мелкие организационно-структурные подразделения, чтобы более эффективно использовать специализацию и избежать перегрузки руководства.
3. Определяются должностные обязанности как совокупность определенных задач и функций, выполнение которых поручается конкретным лицам. В компаниях (организациях), деятельность которых в значительной мере связана с технологией, руководство разрабатывает конкретные задачи и закрепляет их за непосредственными исполнителями, которые и несут ответственность за их удовлетворительное, своевременное выполнение.

Задача поиска оптимальной организационной структуры является многокритериальной, а каждый показатель эффективности, в свою очередь, представляет собой функцию нескольких переменных. Поэтому актуальной является задача выбора такой модели производственной системы, которая позволит рассчитать основные показатели исследуемой системы, избегнув чрезмерной детализации. Однако сама по себе модель никаких проблем не решает. Необходима методика обработки результатов моделирования для выявления производственных структур, которые позволят получить при заданных параметрах экстремальные показатели эффективности производственной системы.

Функционирование служб поддержки и ремонтных подразделений направлено на поддержание в работоспособном состоянии основного производственного оборудования.

Главными временными параметрами процесса являются интервал времени между появлением запросов на устранение неисправностей и среднее время диагностики и ремонта. Определять время выполнения ремонтных операций по модели технологического процесса

---

<sup>4</sup> Официальный сайт приоритетного проекта «Безопасные и качественные дороги» <http://bkdrf.ru/>.

нецелесообразно. Во-первых, разнообразие ремонтно-диагностических работ не позволяет построить достаточно простую единую модель зависимости срока работ от параметров производственной ситуации. Во-вторых, интервалы времени носят случайный характер.

Поэтому рассчитывать основные показатели ремонтно-восстановительной производственной системы целесообразно на моделях теории (системы) массового обслуживания (СМО), используя среднее время обслуживания заявки и частоту их появления, как укрупненные характеристики функционирования ремонтно-восстановительной системы.

Из теории СМО известно, что финальные вероятности состояний системы, полученные из уравнений Колмогорова, позволяют для разных типов систем определить показатели качества обслуживания заявок и эффективности работы всей СМО [2–10].

Показатели эффективности СМО и качества обслуживания заявок представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Показатели эффективности СМО и качества обслуживания заявок**

№ п/п	Показатели эффективности СМО	№ п/п	Показатели качества обслуживания заявок
1.	Абсолютная пропускная способность СМО	1.	Среднее время ожидания в очереди
2.	Относительная пропускная способность	2.	Среднее время пребывания заявки в системе
3.	Средняя продолжительность периода занятости СМО	3.	Вероятность отказа в обслуживании без ожидания
4.	Коэффициент использования СМО	4.	Вероятность того, что поступившая заявка будет немедленно поставлена на обслуживание
		5.	Среднее число заявок в очереди
		6.	Среднее число заявок в СМО
		7.	Законы распределения времени нахождения заявок в очереди и в системе

*Составлено автором*

В качестве критерия оптимальности организационной структуры можно использовать перечисленные в таблице показатели или их необходимое подмножество. Они представляют собой компоненты вектора, характеризующего организационную структуру. Выбирается оптимальная по Парето структура. Важно отметить, что Парето-оптимальность – это общее понятие, которое полностью зависит от того, какие элементы в него включаются. Существует порог Парето, за которым начинается рост простоев основного технологического оборудования при приемлемом уровне загрузки обслуживающих каналов.

Управленческие решения должны иметь требуемый уровень качества. Обычно, обсуждая этот вопрос, говорят о научной обоснованности и компетентности решения, его своевременности, эффективности и непротиворечивости. Достижение требуемого уровня трех последних показателей в значительной степени зависит от полноты и достоверности исходной информации. Рассмотрение таких задач выходит за рамки настоящей работы. А обоснованность и компетентность принимаемых решений обеспечиваются научно обоснованной методикой формирования оптимальной структуры ремонтных подразделений.

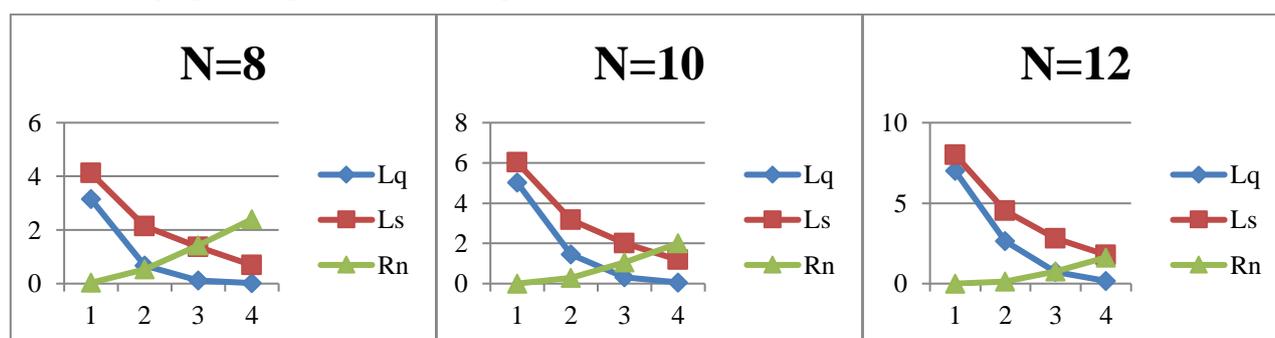
Важным является вопрос устойчивости принятых решений. Вопрос об оптимизации организационной структуры возможно и целесообразно ставить тогда, когда есть уверенность в том, что сформированная структура будет эффективна при существенном изменении производственных условий, то есть будет устойчива.

Для анализа устойчивости решений по формированию структуры ремонтных подразделений строительной-дорожной компании при изменении ее параметров ограничимся рассмотрением двух показателей, отражающих простои основного оборудования и каналов

обслуживания (ремонтных подразделений) – среднее количество заявок в системе обслуживания и средняя загрузка ее каналов.

Среднее количество заявок в системе складывается из заявок, ожидающих в очереди и находящихся на обслуживании. Рассмотрим пять вариантов производственных систем: с 4-мя, 6-ю, 8-ю, 10-ю и 12-ю единицами техники, каждая из которых может выходить из строя. Для каждой из таких систем рассматривается работа ремонтной подсистемы, состоящей из 1–4-х каналов обслуживания.

По известным формулам расчета финальных вероятностей состояний замкнутой СМО для каждого из вариантов организационной структуры определены характеристики СМО. Расчеты выполнялись по программе, написанной на языке Фортран. Результаты расчетов сведены в графики, приведенные на рис. 1.



$L_q$  – число заявок в очереди;  $L_s$  – число заявок в системе;  $R_n$  – коэффициент простоя;  $N$  – число единиц техники

**Рисунок 1.** Результаты расчетов (составлено автором)

Анализ приведенных графиков показывает, что существует соответствующая порогу Парето точка пересечения графиков простоев основного технологического оборудования (единиц техники) и каналов обслуживания. Ее возникновение обусловлено взаимодействием двух тенденций – снижение простоев единиц техники и рост простоев обслуживающих ремонтных подразделений при увеличении числа последних в расчете на единицу техники. Число ремонтных подразделений, соответствующее точке пересечения, следует принимать за оптимальную мощность обслуживающей системы.

Из графиков (рис. 1) видно, что при оптимальном насыщении системы ремонтными подразделениями в диапазоне 1–8 основных единиц техники при принятых в расчете показателях надежности в системе на обслуживании в среднем находится примерно одна единица техники. В более крупных системах (10 и 12 единиц техники) на обслуживании будет находиться около 2-х таких единиц, что говорит об устойчивости этой характеристики исследуемой системы.

Оптимальное число каналов обслуживания (ремонтных подразделения) также демонстрирует устойчивое поведение. При принятом в расчете соотношении надежности единиц техники и производительности ремонтных подразделений на группу из 6-ти единиц техники достаточно два канала обслуживания. На группу от 7-ми до 10-ти единиц техники достаточно 3-х каналов обслуживания.

Полученные результаты позволяют утверждать, что исследуемая система обладает достаточно устойчивыми характеристиками. Это подтверждает как возможность определения оптимальной структуры ремонтного подразделения, так и возможность существования структуры, принятой в качестве оптимальной, в достаточно широком диапазоне условий. Исследованы тенденции в поведении исследуемой системы массового обслуживания и их

влияние на устойчивость принимаемых решений по выбору структуры дорожно-строительной компании.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Modeling & Selection of the Road Construction Company Structure / Т.В. Шепитько, Н.А. Телятникова, А.С. Болотов // IEEE Explore Digital Library. – 2018.
2. Организационные структуры управления (современное состояние и эволюция): учебное пособие / Е.С. Мищенко. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 104 с. – 450 экз. – ISBN 978-5-8265-1003-2.
3. Гибсон, Дж.Л. Организация: поведения, структура, процессы / Дж.Л. Гибсон, Д.М. Иванцевич, Д.Х. Донелли – мл.; пер. с англ. – 8-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2000.
4. Ефремов, В.С. Стратегическое управление в контексте организационного развития / В.С. Ефремов // Менеджмент в России и за рубежом. – 1999. – № 1.
5. Шепитько Т.В. О соответствии способа исследования организационно-технологических ситуаций и критерия оптимизации / Сб. науч. тр. – вып. 920 – М.: МИИТ, 1998 г.
6. Спиридонов Э.С., Шепитько Т.В., Недорезов С.М., Максимов А.В. Моделирование выработки организационных и управленческих решений возведения объектов железнодорожного строительства / Сб. науч. тр. – вып. 920 – М.: МИИТ, 1998 г.
7. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений. М.: СИНТЕГ. 2003 – 181 с.
8. Шеремет Н.М. Управление результатами транспортного производства: Монография. – М.: МИИТ, 2005. – 184 с.
9. Теория организации: Учебник / Б.З. Мильнер. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 864 с.
10. Бобриков В.Б. Системный анализ в управлении строительными процессами: Монография. – М.: Маршрут, 2004. – 285 с.

**Shepitko Taisiya Vasilevna**

Russian university of transport, Moscow, Russia  
E-mail: Shepitko-tv@mail.ru

**Bolotov Anton Sergeevich**

Federal road agency of the ministry of transport of the Russian Federation, Moscow, Russia  
E-mail: 6269398@gmail.com

## **The study of the sustainability of decisions on the formation of the structure of repair units of a road construction company**

**Abstract.** Currently, work is underway to bring at least half of the road network of large agglomerations into a normative state. The implementation of the project is monitored by the Ministry of Transport of the Russian Federation and the Federal Road Agency. In the list of goals – carrying out repair work. This problem, according to the author, can best be solved using mathematical modeling. The article investigates the trends in the behavior of the queuing system and their influence on the stability of decisions made regarding the choice of the structure of a road construction company. In the article, the loading of production units in a road construction company is simulated by a stream of applications. The task of finding the optimal organizational structure is multi-criteria, and each performance indicator, in turn, is a function of several variables. The functioning of support services and repair units is aimed at maintaining the operational state of the main production equipment. The data obtained from the results of the study suggest that the presented queuing system has fairly stable characteristics. This confirms both the possibility of determining the optimal structure of the repair unit, and the possibility of the existence of a structure accepted as optimal in a fairly wide range of conditions. Management decisions must have the required level of quality. Usually, discussing this issue, they talk about the scientific validity and competence of the solution, its timeliness, effectiveness and consistency. Achieving the required level of the last three indicators largely depends on the completeness and reliability of the source information. The validity and competence of decisions are provided by a scientifically sound methodology for the formation of the optimal structure of repair units.

**Keywords:** queuing system; optimality; Pareto threshold; increased productivity; diagnostics and repair; time interval; variable parameters; service channels

## REFERENCES

1. Shepit'ko T.V., Telyatnikova N.A., Bolotov A.S. (2018). Modeling & Selection of the Road Construction Company Structure. *IEEE Explore Digital Library*.
2. Mishchenko E.S (2011). Organizatsionnye struktury upravleniya (sovremennoe sostoyanie i ehvolyutsiya): uchebnoe posobie. [*Organizational management structures (current status and evolution): a training manual.*] Tambov: Publishing House Tambov State Technical University, p. 104. ISBN 978-5-8265-1003-2.
3. Gibson Dzh.L., Ivantsevich D.M., Donelli D.Kh. (2000). *Organization: behavior, structure, processes*. [Russ. ed.: Organizatsiya: povedeniya, struktura, protsessy. Moscow: INFRA-M].
4. Efremov V.S. (1999). Strategic management in the context of organizational development. *Management in Russia and abroad*, 1 (in Russian).
5. Shepit'ko T.V. (1998). O sootvetstvii sposoba issledovaniya organizatsionno-tekhnologicheskikh situatsiy i kriteriya optimizatsii. [*On the conformity of the method of researching organizational and technological situations and the optimization criterion.*] Moscow: Moscow Institute of Transport Engineers.
6. Spiridonov Eh.S., Shepit'ko T.V., Nedorezov S.M., Maksimov A.V. (1998). Modelirovanie vyrabotki organizatsionnykh i upravlencheskikh resheniy vozvedeniya ob"ektov zheleznodorozhnogo stroitel'stva. [*Modeling the development of organizational and managerial decisions on the construction of railway facilities.*] Moscow: Moscow Institute of Transport Engineers.
7. Trakhtengerts Eh.A. (2003). Komp'yuternaya podderzhka peregovorov pri soglasovanii upravlencheskikh resheniy. [*Computer support for negotiations in the coordination of management decisions.*] Moscow: SYNTEG, p. 181.
8. Sheremet N.M. (2005). Upravlenie rezul'tatami transportnogo proizvodstva. [*Management of transport production results.*] Moscow: Moscow Institute of Transport Engineers, p. 184.
9. Mil'ner B.Z. (2010). Teoriya organizatsii: Uchebnik. [*Organization Theory: Textbook.*] Moscow: INFRA-M, p. 864.
10. Bobrikov V.B. (2004). Sistemnyy analiz v upravlenii stroitel'nymi protsessami: Monografiya. [*System analysis in the management of construction processes: Monograph.*] Moscow: Route, p. 285.