УДК 656.131.7 DOI: 10.31799/2077-5687-2026-3-34-44

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРШЕРИНГОВОГО АВТОПАРКА НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

М. Н. Лисин, А. В. Халявин
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В статье рассмотрены вопросы повышения эксплуатационной эффективности каршерингового автопарка за счёт интеграции мониторинга технического состояния автомобилей и управления запасами запасных частей. Выделены основные сценарии взаимодействия автопарка с ремонтными подразделениями и складской инфраструктурой. Рассмотрено сезонное техническое обслуживание, связанное с массовой заменой шин, с учётом пространственного распределения автомобилей и применения мобильных сервисных подразделений. Для исследования процессов обслуживания разработана имитационная модель в среде AnyLogic, позволяющая оценить влияние организации технического обслуживания, доступности запасных частей и мобильного сервиса на продолжительность простоя и доступность автомобилей каршеринга.

Ключевые слова: каршеринг, каршеринговый автопарк, техническое обслуживание, техническое состояние, запасные части, управление запасами, складская логистика, сезонное обслуживание, мобильное СТО, имитационное моделирование.

Для цитирования:
Лисин, М. Н. Повышение эксплуатационной эффективности каршерингового автопарка на основе мониторинга технического состояния и управления запасами запасных частей / М. Н. Лисин, А. В. Халявин // Системный анализ и логистика. – 2026. – № 3(51). – с. 34-44. DOI: 10.31799/2077-5687-2026-3-34-44.

IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF A CAR-SHARING FLEET THROUGH TECHNICAL CONDITION MONITORING AND SPARE PARTS INVENTORY MANAGEMENT

M. N. Lisin, A. V. Khalyavin
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

This article examines ways to improve the operational efficiency of a car-sharing fleet by integrating vehicle condition monitoring with spare parts inventory management. It highlights the main scenarios for the fleet's interaction with repair departments and warehouse infrastructure. This paper examines seasonal maintenance involving the mass replacement of tyres, taking into account the spatial distribution of vehicles and the use of mobile service units. To study the maintenance processes, a simulation model has been developed in the AnyLogic environment, enabling an assessment of the impact of maintenance organisation, spare parts availability and mobile service on downtime and the availability of car-sharing vehicles.

Keywords: car-sharing, car-sharing fleet, maintenance, technical condition, spare parts, stock management, warehouse logistics, seasonal maintenance, mobile service centre, simulation modelling.

For citation:
Lisin, M. N. Improving the operational efficiency of a car-sharing fleet through technical condition monitoring and spare parts inventory management / M. N. Lisin, A. V. Khalyavin // System analysis and logistics. – 2026. – № 3(51). – p. 34-44. DOI: 10.31799/2077-5687-2026-3-34-44.

Введение

Развитие городской транспортной системы сопровождается расширением форм совместного использования транспортных средств, а также постепенной интеграцией в интеллектуальные транспортные системы. Одним из направлений развития является каршеринг.

Каршеринг – цифровой сервис по аренде легкового автомобиля с различными вариантами тарификации. Услуга кратковременной аренды предоставляет клиенту право пользования автомобилем на ограниченный период времени без необходимости постоянного владения [1]. Особенность использования данной модели является: высокая интенсивность эксплуатации автомобилей, многократное использование различными клиентами и

сокращённая продолжительность периода между отдельными циклами эксплуатации.

Интенсивность использования автомобилей каршеринга

Повышенная интенсивность эксплуатации автомобилей каршеринга вызывает значительную эксплуатационную нагрузку на каршеринговые автопарки [2]. В течение периода использования автомобиля в краткосрочную аренду, транспорт подвергается деформациям, которые могут приводить к эксплуатационным повреждениям, техническим отклонениям, а также снижать уровень комфорта водителя и пассажиров. Для предотвращения и своевременного выявления подобных отклонений необходимо регулярно проводить техническое обслуживание (далее – ТО) автомобилей [3].

Одной из ключевых особенностей каршерингового автопарка является доступность автомобиля. Доступность транспортного средства определяется не только его фактическим местоположением, но и технической готовностью к эксплуатации на протяжении всего арендованного периода клиентом. Для определения технического состояния автомобиля на нем устанавливаются дополнительные датчики, GSM- и GPS-антенны, акселерометры и сим-карты. Данные устройства помогают считывать работоспособность автомобиля в реальном времени, обнаруживать ошибки и неисправности. Таким образом автомобиль каршеринга может находиться в требуемой зоне, но при этом быть недоступным для пользователя в связи с техническими неисправностями или необходимостью проведения ТО [4].

Каршеринговый автопарк представляет собой ограниченный транспортный ресурс, пространственное распределение которого постоянно меняется из-за смены точек притяжений пользователей, нестабильности спроса в различных частях города и погодных условий. При выявлении неисправностей автомобиль необходимо временно исключить из доступного парка для проведения диагностических и ремонтных мероприятий, следовательно, уменьшается количество доступного транспорта для клиентов [5].

Для обслуживания машин и проведения ТО каршеринговые компании, к примеру, «Делимобиль» используют собственные станции технического обслуживания (далее – СТО), выездные ремонтные бригады, как собственные, так и партнерские, а также партнерские СТО [6].

Мониторинг запасных частей и складских операций

Проведение ТО и устранение неисправностей каршеринговых автомобилей связано с обеспеченностью необходимыми запасными частями. После исключения транспортного средства из эксплуатации возникает необходимость в обнаружении и замене неисправных частей автомобиля. Продолжительность ремонтных работ зависит не только от времени проведения технических операций, но и от наличия необходимых запасных деталей в требуемом количестве.

В условиях интенсивной эксплуатации каршерингового автопарка потребность в запасных частях формируется постоянно и имеет хаотичный спрос. Количество зависит от технического состояния, пробега, интенсивности использования и истории проведения ТО автомобиля. В связи с этим фиксированный объем запасов необходимо поддерживать, для требуемого уровня готовности автопарка, так как потребность в отдельных видах запчастей может быть непостоянной в периоды сезонности.

Для регулирования непрерывности процессов ТО необходимо осуществить мониторинг логистических операций запасных частей на всех этапах их использования. К основным складским операциям относятся: поступление на склад, размещение, хранение, учёт, резервирование и перемещение запасных частей в ремонтные подразделения [7]. При этом необходимо определить фактический и доступный складской остаток деталей, так как наличие нужной запасной части не гарантирует её доступность для выполнения определенных ремонтных работ. Часть компонентов может быть предварительно зарезервирована для других автомобилей, либо находиться в процессе перемещения между складом и ремонтными

подразделениями.

Взаимосвязь между техническим состоянием авто и складским обеспечением может быть представлена последовательностью операций: выявления технического отклонения, составления заявки на ТО, определение необходимых запчастей, проверкой их доступности на складе, резервирование и транспортировку запрашиваемой детали в ремонтное подразделение. При отсутствии требуемого компонента возникает период ожидания поступления детали на склад. В течение ремонтного периода автомобиль каршеринга продолжает быть недоступным для эксплуатации и находится в каршеринговом автопарке, что приводит к фактическому сокращению доступного транспортного средства. Для сглаживания времени простоя автомобилей на ремонте или ТО на сервисных центрах формируются обязательные запасы.

Запасами называются такие элементы экономической системы, которые служат для выравнивания неритмичности потребления, производства, обмена и других видов деятельности. Факторами, которые служат для формирования запасов можно назвать непостоянство спроса на товар, сезонность его производства, а также возможные отклонения сроков доставки [8].

Для изучения состояния запасов компании проводят инвентаризацию складов в определенные промежутки времени. Под инвентаризацией понимают комплекс мероприятий по установлению фактического наличия, оценке и определению состояния активов, а также по учету этих данных [9].

При оптимизированной системе мониторинга запасов появляется возможность своевременно анализировать динамику потребления и определить вероятность возникновения дефицита отсутствующих компонентов [10].

Интеграция мониторинга технического состояния и управления запасами

Процессы технической эксплуатации и складского обеспечения взаимосвязаны между собой и оказывают непосредственное влияние на доступность автомобилей каршерингового автопарка. Интеграция процессов предусматривает формирование единого информационного контура, в котором данные о состоянии автомобилей используются для планирования ТО, а сведения о наличии и движении запчастей для определения возможности корректирования сроков проведения ремонтных работ. К контролируемым параметрам могут относиться пробег транспортного средства, периодичность проведения ТО, ранее выявленные неисправности, выполненные во время ранних ремонтных операций.

Рассмотрим три основных сценария взаимодействия каршерингового автопарка с складской инфраструктурой:

ТО, в котором не требуется доставка деталей со склада (рисунок 1)

Данный сценарий характеризуется отсутствием необходимости в получении запчастей со склада. Такое обслуживание может быть реализовано непосредственно в ремонтном подразделении. К таким операциям могут относиться доливка или замена технологических жидкостей, подкачка и ремонт шин, регулировка приводных ремней и другие работы, не требующие получения отдельных запасов со склада.

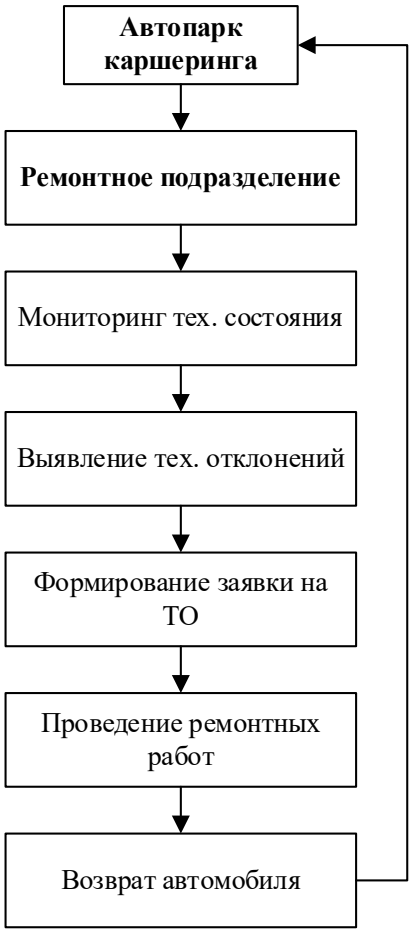


Рис. 1. Блок-схема сценария ремонта авто каршеринга без использования складской логистики

ТО с использованием складского обеспечения при наличии деталей (рисунок 2).

В рамках данного сценария для выполнения ТО необходимо заказать отсутствующие детали со склада. После формирования заявки на необходимые запчасти, на складе проверяется их доступность и последующая резервация компонентов, далее они поступают в ремонтное подразделение. При наличии запчастей общее ремонтное время увеличивается на доставку со склада до ремонтного подразделения.

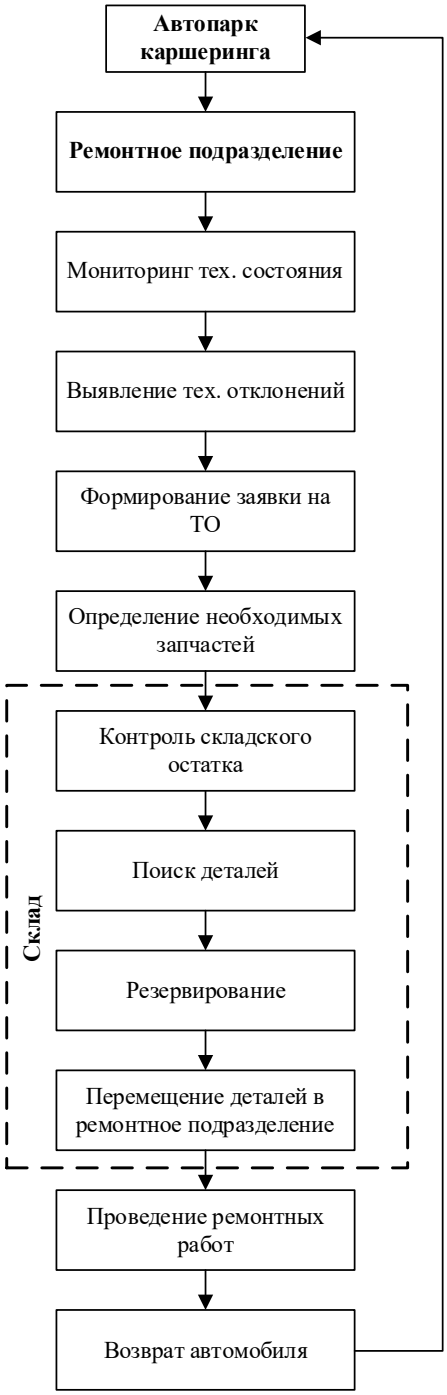


Рис. 2. Блок-схема сценария ремонта авто каршеринга с использованием складской логистики при наличии деталей на складе

ТО с использованием складского обеспечения при отсутствии деталей (рисунок 3)

Сценарий, который происходит в случае, когда необходимые для выполнения ремонтных работ запасные части отсутствуют в доступном складском остатке. После формирования заявки на ТО и определения недостающих компонентов при дефиците на складе формируется заявка на поступление деталей на склад, далее при прибытии деталей на склад выполняется учет поступивших деталей с последующей резервацией для ремонтного подразделения. До момента обеспечения необходимого компонента автомобиль остается исключённым из доступного каршерингового автопарка, что увеличивает продолжительность его простоя.

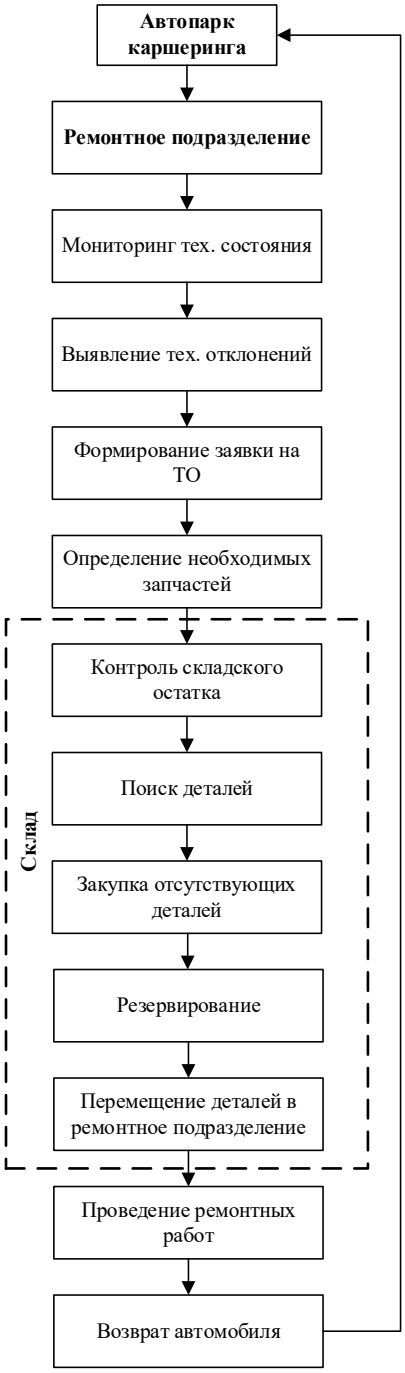


Рис. 3. Блок-схема сценария ремонта авто каршеринга с использованием складской логистики при отсутствии деталей на складе

Сезонное управление запасными частями каршерингового автопарка

Отдельным фактором, оказывающим влияние на организацию ТО, является сезонность эксплуатации транспортных средств. Изменение условий в течение года приводит к формированию постоянной потребности в отдельных категориях запчастей. Одним из наиболее выраженных сезонных процессов является подготовка автомобилей каршеринга к эксплуатации в зимний период, связанная с одновременной заменой технологических жидкостей и сменой комплектов летней резины на зимние.

В отличие от стандартного ремонта отдельного автомобиля, сезонное обслуживание выражается массовым и ограниченным по времени выполнения ТО. В течение короткого

периода необходимо вывести из эксплуатации значительную часть автомобилей, доставить их в ремонтные подразделения выполнить плановое ТО и обеспечить возврат летних шин на склад для дальнейшего хранения.

С точки зрения управления запасами данный процесс отличается от обычного потребления запчастей. Комплекты зимней резины не потребляются в результате ремонта, а переводятся из состояния складского хранения в состояние эксплуатации, тогда как летние шины перемещаются в обратном направлении.

Среднее количество автомобилей каршеринга за 2024 год насчитывалось примерно 7,6 тысяч в Санкт-Петербурге [11], по статистике за 2025 год количество машин в двух крупных каршеринговых операторов увеличилось до 13 тысяч машин [12]. Проанализировав специфику спроса, сервисы каршеринга постоянно пополняют и обновляют свой автопарк, следовательно, среднее количество автомобилей примем за 20 тысяч.

Необходимо рассмотреть систему, когда автомобиль находится далеко от ремонтных подразделений. Автомобили каршеринга, которые находятся в радиусе 5 км от ремонтных сервисов, подлежат перемещению в автосервис для смены колес. Для автомобилей, которые находятся дальше 5 км, обслуживание будет выполнять автомобиль, который имеет с собой несколько комплектов резины, такие машины каршеринга после обслуживания остаются в рабочей зоне и не требуют дополнительной перевозки (рисунок 4).

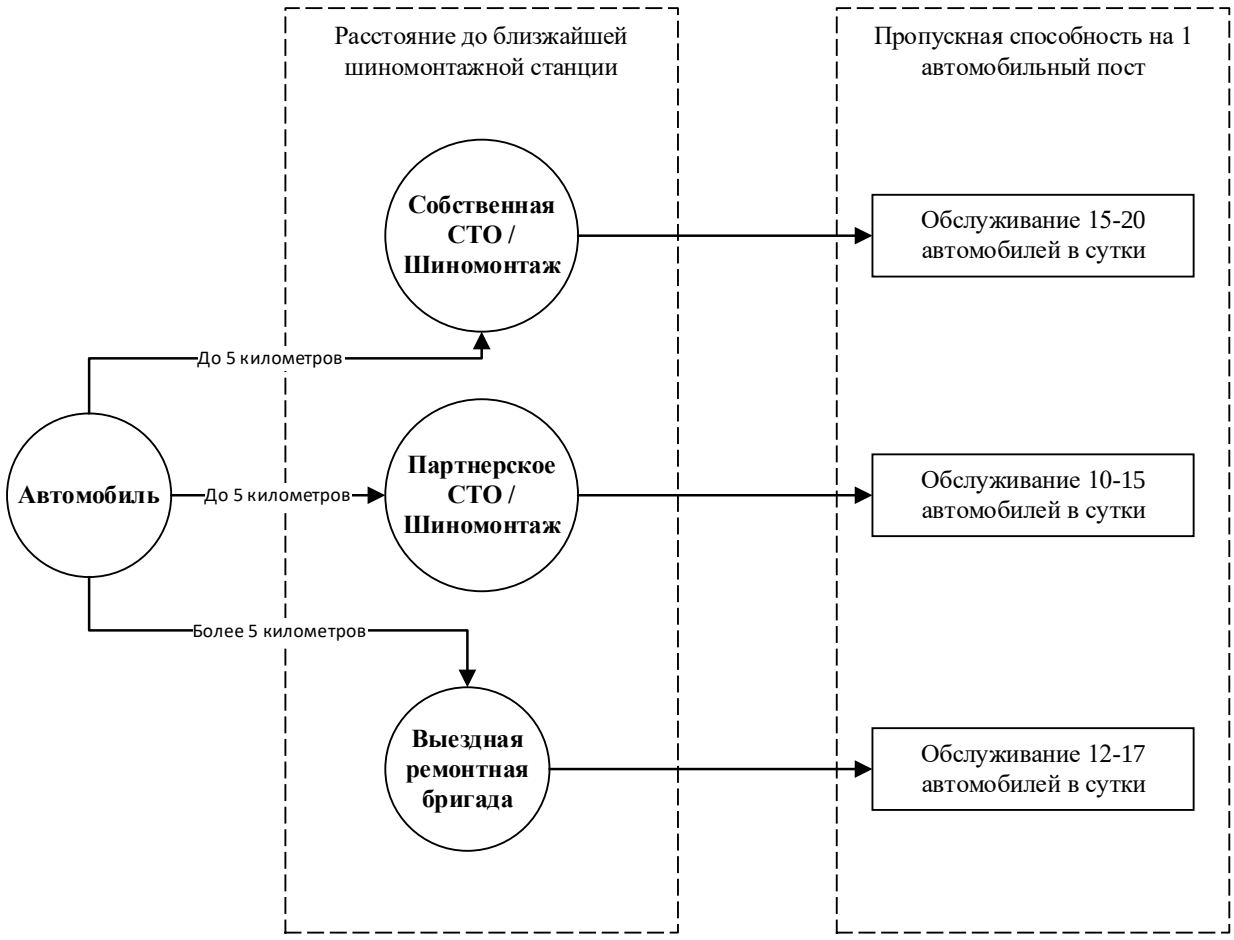


Рис. 4. Блок-схема системы распределения автомобилей на техническое обслуживание

С целью наглядного отображения работы ключевых точек обслуживания автомобилей, рассмотрим геометрический граф на рисунке 5, описывающий перемещения автомобилей каршеринга на СТО.

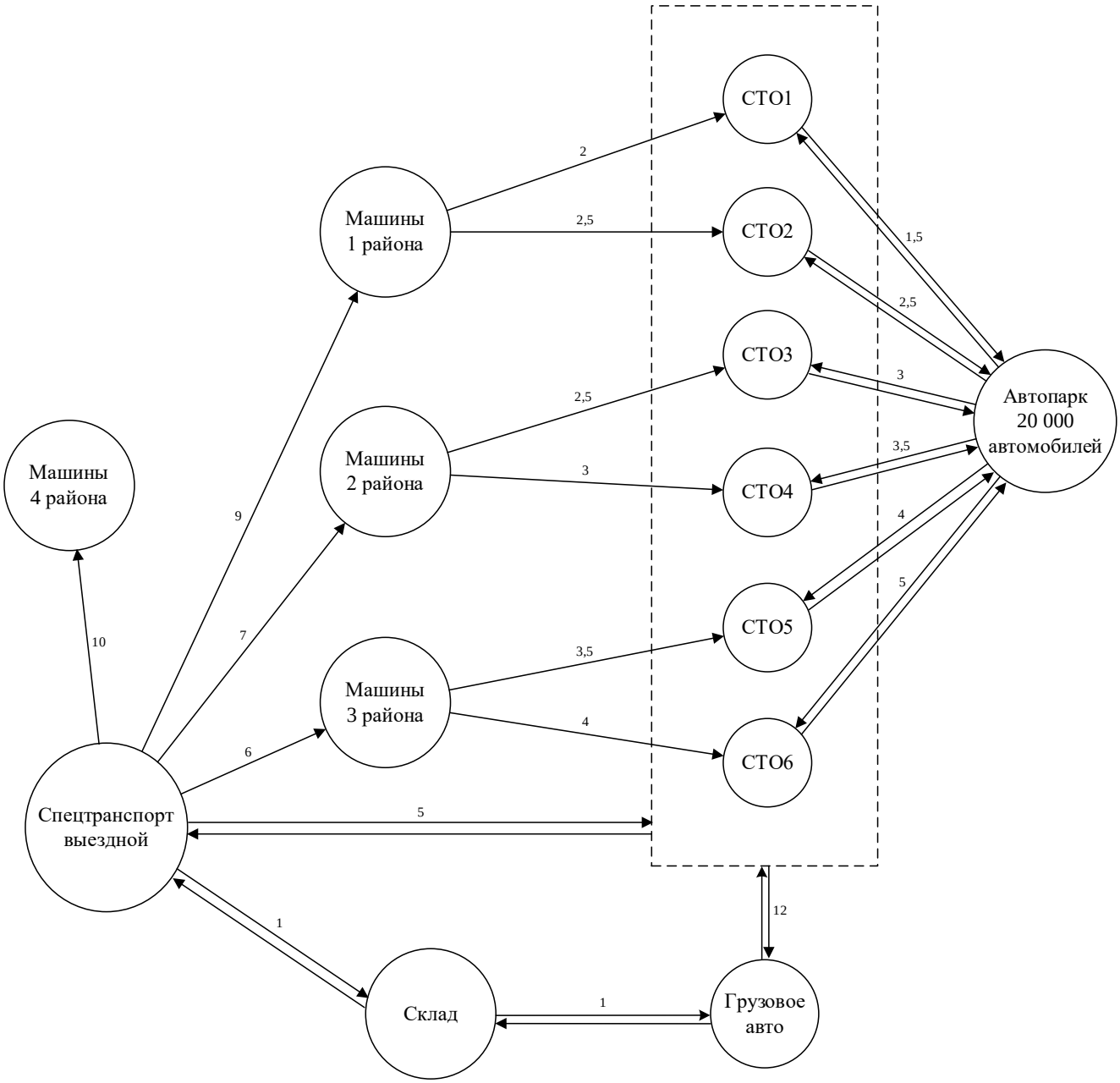


Рис. 5. Граф, характеризующий распределение машин каршеринга по зонам технического обслуживания

Для построения имитационной модели воспользуемся AnyLogic [13]. Модель будет охватывать 4 района, 3 из которых находятся в непосредственной близости к СТО, а четвертый район необходимо обслуживать машинами с выездным СТО (рисунок 6).

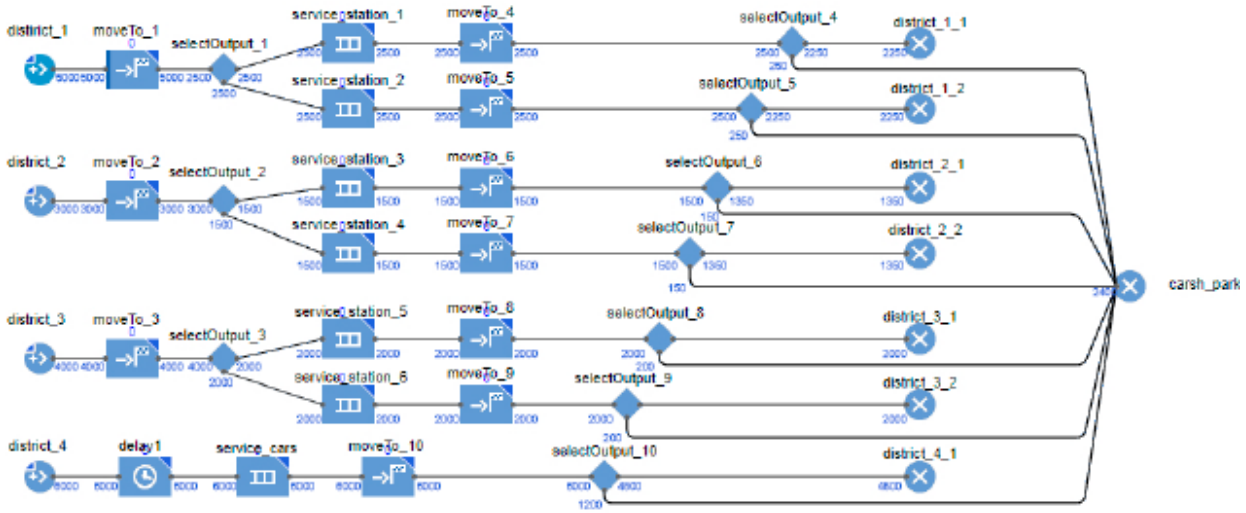


Рис. 6. Структура имитационной модели обслуживания автомобилей каршеринга

Так как обслуживание автомобиля проходит по сезонной программе: смена комплекта шин и замена технологических жидкостей, то есть вероятность, что автомобилям каршеринга будет необходим дополнительный ремонт. После обслуживания в СТО, если автомобиль не требует дополнительного обслуживания, его возвращают в район с повышенным спросом, если автомобилю необходим ремонт, его направляют в каршеринговый парк для устранения неисправностей.

Заключение

В результате исследования рассмотрена взаимосвязь технического состояния каршерингового автопарка и его складского обеспечения. Были выделены основные сценарии взаимодействия автомобилей с ремонтными подразделениями и складом запасных частей. Также рассмотрено сезонное техническое обслуживание, связанное с массовой заменой шин в ограниченный промежуток времени, с учётом пространственного распределения автомобилей и возможности применения мобильных сервисных подразделений.

Для оценки предложенных решений построена имитационная модель в среде AnyLogic, позволяющая исследовать влияние организации ТО, доступности запасных частей и использования мобильного обслуживания на продолжительность простоя и доступность автомобилей каршерингового автопарка.

Таким образом, комплексное управление техническим состоянием автомобилей и запасами запасных частей позволяет повысить эффективность эксплуатационных процессов и сократить время нахождения транспортных средств вне эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Алтай. Каршеринг – правовые аспекты новой услуги для потребителей [Электронный ресурс]. – URL: https://04.rospotrebnadzor.ru/index.php/consumer-information/faq/9937-12112018.html (дата обращения: 24.08.2026).
2. Auto.ru. Что такое каршеринг и как им пользоваться: самый полный гид [Электронный ресурс]. – URL: https://auto.ru/mag/article/chto-takoe-karshering-i-kak-im-polzovatsya/ (дата обращения: 24.08.2026).
3. Auto.ru. Что такое ТО: какие работы входят в техническое обслуживание автомобиля и как на нём сэкономить [Электронный ресурс]. – URL:

https://auto.ru/mag/article/tehnicheskoe-obsluzhivanie-avtomobilya-gde-kak-ikogda-egodelat/ (дата обращения: 25.08.2026).
4. Информационное агентство «РБК». Что такое каршеринг на самом деле. Все о технологиях и инновациях [Электронный ресурс]. – URL: https://www.autonews.ru/news/657b02109a79478f69a8d183 (дата обращения: 25.08.2026).
5. *Лисин, М. Н.* Разработка предложений по организации перевозок системами каршеринга / М. Н. Лисин, А. А. Силина // Системный анализ и логистика. – 2025. – № 3(46). – С. 35-41. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-3-35-41
6. Делимобиль. Делимобиль открывает 12-ю собственную СТО и увеличивает сервисные мощности в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. – URL: https://invest.delimobil.ru/tpost/akmke17xi1-delimobil-otkrivaet-12-yu-sobstvennuyu-s (дата обращения: 27.08.2026)
7. *Головцов, Д. Л.* Управление цепями поставок: учеб.-метод. пособие / Д. Л. Головцов, Н. Н. Майоров, А. А. Ярцева. – СПб.: ГУАП, 2019. – 68 с.
8. *Халявин А. В.* Процессы управления запасами и инвентаризации в рамках транспортной логистики / А. В. Халявин, С. В. Уголков // Семьдесят седьмая Международная студенческая научная конференция ГУАП: сб. докл.: в 5 ч. Ч. 1: Технические науки. – СПб., 2024. – С. 246 – 250.
9. *Халявин А. В.* Методы контроля запасных частей на автотранспортном предприятии / А. В. Халявин, А. В. Сумманен // Семьдесят восьмая Международная студенческая научная конференция ГУАП: сб. докл.: в 5 ч. Ч. 1: Технические науки. – СПб.: ГУАП, 2025. – С. 224 – 227.
10. *Халявин А. В.* Предложения по улучшению системы контроля и закупки запасных частей на автотранспортном предприятии / А. В. Халявин, А. В. Сумманен, В. В. Рубинов // Системный анализ и логистика. – 2025. – № 5(48). – с. 80-89. DOI: 10.31799/2077-5687-2025-5-80-89.
11. *Чернышова Т.* Каршеринг в Петербурге: выгоды и риски в 2025 году [Электронный ресурс] // Деловой Петербург. 2025. 20 марта. – URL: https://www.dp.ru/a/2025/03/20/karshering-v-peterburge-vigodi (дата обращения: 28.08.2026).
12. *Вдовенко А.* Как Петербург стал одним из лидеров каршеринга в России [Электронный ресурс] //Мобилити. 2025. 4 августа. – URL: https://mobilitymag.ru/1008-kak-peterburg-stal-odnim-iz-liderov-karsheringa-v-rossii (дата обращения: 28.08.2026).
13. Anylogic [Электронный ресурс]. – URL: https://www.anylogic.ru/ (дата обращения: 30.08.2026).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Лисин Михаил Николаевич
Студент
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А
E-mail: lisin_mikhail@guap.ru

Халявин Артем Владиславович
Студент
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
Россия, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А
E-mail: khav@guap.ru



INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lisin Mikhail Nikolaevich
Student
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: lisin_mikhail@guap.ru

Khalyavin Artyom Vladislavovich
Student
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaia str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: khav@guap.ru

Дата поступления: 09.09.2026
Дата принятия: 14.09.2026