

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2020, №5, Том 12 / 2020, No 5, Vol 12 <https://esj.today/issue-5-2020.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/36ECVN520.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Суханов С.А., Тахтамышев Х.М., Новиков А.Н. Математические модели функционирования гаражных автосервисов в рыночных условиях // Вестник Евразийской науки, 2020 №5, <https://esj.today/PDF/36ECVN520.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Sukhanov S.A., Takhtamyshiev Kh.M., Novikov A.N. (2020). Mathematical models of the garage car service operation under market conditions. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 5(12). Available at: <https://esj.today/PDF/36ECVN520.pdf> (in Russian)

УДК 334.02

ГРНТИ 73.31

Суханов Сергей Алексеевич

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Невинномысск, Россия
Преподаватель кафедры «Строительства, транспорта и машиностроения»
E-mail: Passatru1@rambler.ru

Тахтамышев Хизир Махмудович

ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», Невинномысск, Россия
Профессор кафедры «Строительства, транспорта и машиностроения»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: hizirt43@mail.ru

Новиков Александр Николаевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орёл, Россия
Зав. кафедрой «Сервиса и ремонта машин»
Доктор технических наук, профессор
E-mail: novikovan57@gmail.com

Математические модели функционирования гаражных автосервисов в рыночных условиях

Аннотация. В статье отмечается, что высокие темпы автомобилизации в нашей стране в послереформенный период вызвали необходимость создания производственно-технической базы, способной поддержать работоспособность многократно возросшего парка автомобилей. В системе автосервиса нашли широкое распространение средние и малые автосервисные предприятия. Подобная история формирования инфраструктуры автосервиса в нашей стране привела в итоге к появлению целой отрасли сферы автосервиса, которая стала называться гаражным автосервисом.

На практике возникают две оптимизационные задачи: первая – выбора и обоснования профиля работы на стадии строительства предприятий гаражного автосервиса и вторая – оптимизации мощности на стадии функционирования действующего предприятия в условиях свободной конкуренции: острой, умеренной и слабой. Наиболее типичными являются две первые и представляют наибольший интерес для формализации функционирования гаражных автосервисов математическими моделями как системы массового обслуживания в условиях острой и умеренной конкуренции, в числе которых: вероятность отказа в обслуживании; среднее число свободных (незанятых) постов; среднее число автомобилей, покинувших очередь; среднее время пребывания автомобиля на обслуживании и др.

Подводя итоги приведенным выше рассуждениям, автор отмечает следующее. Методики расчета целесообразности создания новых предприятий гаражного автосервиса базируются на показателях насыщенности городских территорий автомобилями и дают результаты, которые удовлетворяют потребности практики. Предложенный комплекс математических моделей описывает показатели производства для наиболее типичных уровней конкуренции, которые испытывают большинство предприятий гаражного автосервиса и позволяет оптимизировать загрузку их производственных мощностей на стадии функционирования.

Ключевые слова: гаражный автосервис; техническое обслуживание; ремонт; автомобили; автосервис; теория массового обслуживания; очередь; предприятие; оптимизация; вероятность; спрос; мощность; пост

Высокие темпы автомобилизации в нашей стране в послереформенный период вызвали соответствующий подъем в системе автосервиса. Появилось, наряду с имевшимися ранее, значительное число универсальных современных крупных автосервисных предприятий; выросло число средних предприятий, оснащенных современным технологическим оборудованием и укомплектованных высокопрофессиональным персоналом. Однако наибольшее распространение получили малые специализированные предприятия, с ограниченным перечнем услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, резко ограничивающие номенклатуру работ вплоть до отдельных операций (мойка автомобилей, замена масла, ремонт амортизаторов и т. п.).

Несмотря на слабую производственно-техническую базу эти предприятия довольно успешно конкурируют с универсальными предприятиями за счет малых издержек на содержание менеджмента и гибкости при выборе и изменении профиля специализации в соответствии с меняющейся потребностью в тех или иных видах работ для различных марок автомобилей, в первую очередь, зарубежного производства.

Следует отметить, что, несмотря на слабую производственно-техническую базу, оснащенность их современным технологическим оборудованием зачастую не уступает таковым в универсальных автосервисных предприятиях. Не имея финансовой возможности для строительства новых зданий и сооружений, такие предприятия стали приспособлять помещения гаражей в гаражных кооперативах для выполнения наиболее востребованных специализированных работ, не требующих подъемно-транспортного оборудования, использование которого невозможно из-за малых габаритов гаражей. Для работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, требующих доступа ко всем поверхностям кузовов легковых автомобилей (особенно снизу) широко используют технологические каналы, которыми оснащено подавляющее число гаражей, построенных в советский период.

Вместе с тем, на базе гаражей для легковых автомобилей в гаражных кооперативах возникли так называемые гаражные автосервисы (ГАС) [1], которые представляют собой объединение нескольких смежных гаражей с оборудованием для выполнения отдельных видов работ. Такая история формирования инфраструктуры автосервиса в нашей стране привела в итоге к появлению целой отрасли сферы автосервиса, которая стала называться гаражным автосервисом. При этом гаражный автосервис не исключает строительство новых предприятий с современной производственно-технической базой, которые сохраняют главную особенность – специализацию выполняемых работ и минимум управленческого персонала.

В этой связи на практике возникают две оптимизационные задачи: первая – выбора и обоснования профиля работы на стадии строительства предприятий гаражного автосервиса и

вторая – оптимизация функционирования действующего предприятия в условиях свободной конкуренции.

Вопросам технико-экономического обоснования целесообразности строительства предприятия гаражного автосервиса уделено значительное внимание авторами работы [1], которые предлагают определять ее исходя из уровня автомобилизации ограниченной территории городов, зоной функционирования конкретной сферы автосервиса. При этом авторы предлагают оценивать пропускную способность гаражных автосервисов по удельному числу автомобилей на ограниченной территории, приходящихся на одно предприятие согласно формуле

$$P_p = N/K, \quad (1)$$

где N – количество автомобилей, авт.,

K – количество автосервисов, автс.

Пропускная способность по классификации авторов подразделяется на рабочую и эталонную. Последняя соответствует согласно формуле (1) значению равному 1000. Таким образом, предполагается, что при эталонном значении пропускной способности гаражного автосервиса строительство нового предприятия целесообразно. Такой подход не учитывает множество факторов внутренней и внешней среды предприятий, функционирующих в конкурентной среде автосервиса, в числе которых уровень конкуренции, перспектива расширения сети, профиль деятельности предприятия и т. д.

Одобрив технико-экономический подход авторов к решению поставленной задачи, следует обратить внимание на субъективность и приближенность критериев оценки целесообразности строительства нового предприятия гаражного сервиса, которые опираются на насыщенность территории автомобилями и не учитывают соотношение спроса и предложения на определенной территории по конкретному виду работ. При этом не предусматриваются мероприятия для нейтрализации рисков, связанных с появлением новых конкурентов на близлежащей территории и изменением количественного состава парка автомобилей по маркам и видам работ в средней перспективе.

Вместе с тем, следует согласиться с подходом авторов к определению целесообразности создания нового предприятия на стадии строительства гаражного автосервиса ввиду того, что по мере ввода в эксплуатацию можно адаптировать производственную мощность к реальному спросу в конкретной сети автосервиса. Наряду с приведенной методикой целесообразности строительства новых малых предприятий автосервиса, к которым относятся и гаражные автосервисы, известны и другие методики [2–8], которые не имеют принципиальных отличий и дают приблизительно аналогичные результаты.

На практике создание новых гаражных автосервисов является достаточно редким событием в системе автосервиса городов и населенных пунктов, однако после ввода в эксплуатацию возникает целый комплекс задач, которые необходимо решать для успешного функционирования предприятий. Для специализированных гаражных автосервисов это в первую очередь выбор и обоснование профиля деятельности предприятий по оказанию услуг из возможного перечня работ, ограничиваемого параметрами производственных помещений, технологическими и экологическими требованиями, а также условиями безопасности жизнедеятельности. В рамках этих ограничений необходимо произвести выбор возможных специализаций предприятий с учетом характеристик (узкая, средняя и укрупненная). Очевидно, что каждому виду специализации соответствует перечень технологического оборудования и оснастки, который требуется для выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей. В этой связи необходимо произвести технико-экономическое обоснование целесообразности приобретения каждого типа технологического оборудования с учетом его

эффективности при прогнозируемом уровне загрузки. В конечном итоге этот показатель характеризует перспективность выживания гаражного автосервиса в условиях конкуренции и неравномерного спроса на оказание автосервисных услуг в сети автосервиса городов и населенных пунктов. Очевидно, что для одного вида работ уровень загрузки всех гаражных автосервисов, функционирующих в одной конкурентной среде (городе, районе города, населенном пункте) будет примерно одинаковым при условии идентичности качества услуг. Сбор информации о средней загрузке мощности предприятий одной системы автосервиса представляет определенную сложность ввиду необходимости проведения непрерывных наблюдений в течение довольно продолжительного периода времени, так как средний уровень загрузки может меняться по сезонам года. Причем по различным видам работ пиковые значения спроса могут отличаться в зависимости от погодных условий движения автомобилей (снег, гололед, осадки и т. п.). В этой связи устанавливать закономерности изменения спроса по времени года следует по каждому виду работ отдельно. В условиях неравномерной загрузки мощности гаражных автосервисов параметром, характеризующим уровень загрузки мощности производств, является средняя длина очереди автомобилей перед установкой на посты технического обслуживания и ремонта. К преимуществам этого параметра перед остальными можно отнести легкость фиксирования наблюдателями, в то время такие параметры, как средняя продолжительность и трудоемкость обслуживания, требуют непрерывного присутствия наблюдателя в зоне ТО и ремонта. Для определения в последующем аналитической зависимости между средней длиной очереди автомобилей и основным показателем использования мощности – коэффициентом загрузки традиционно применяется различными отечественными и зарубежными исследователями аппарат теории массового обслуживания [4; 7; 9; 10]. Очевидно, что при неравномерном спросе на услуги, гаражные автосервисы должны располагать определенным резервом мощности, который в пиковые периоды загрузки обеспечивают выполнение производственной программы. При отсутствии определенного резерва мощности в условиях умеренной конкуренции часть автомобилей может покинуть очередь и перейти к конкуренту, что приводит к потере предприятием соответствующего дохода. В условиях острой конкуренции автомобили могут покидать предприятие при отсутствии хотя бы одного свободного поста. Такие условия для гаражных автосервисов чреваты большими экономическими потерями и требуют пересмотра профиля выполняемых работ. Вместе с тем при высокой стоимости (сложности) определенного вида автосервисных операций (компьютерное диагностирование и ремонт электрооборудования и т. п.) предприятия могут быть успешными и в условиях острой конкуренции между собой. На практике возможна и слабая конкуренция в случае высокой сложности технологических операций, которые не освоены большинством гаражных автосервисов ввиду недостаточной квалификации исполнителей или завышенной стоимости технологического оборудования, включая диагностическое. Такая ситуация, как правило, имеет место на практике непродолжительное время, так как в условиях свободной конкуренции будут появляться новые или переоборудованные предприятия до наступления умеренной конкуренции по данному виду работ. Из приведенных трех уровней конкуренции: острой, умеренной и слабой наиболее типичными являются две первые и представляют наибольший интерес для формализации функционирования гаражных автосервисов математическими моделями, наиболее адекватно аппроксимирующими производственные процессы в условиях неравномерной загрузки мощности предприятий по оказанию автосервисных услуг.

Если рассматривать предприятие гаражного автосервиса как систему массового обслуживания (СМО), то его можно отнести к разомкнутым системам с потерями и ограниченным числом обслуживающих аппаратов, в которой входящим потоком требований являются потоки автомобилей с интенсивностью λ , поступающие на предприятия, а в качестве аппаратов выступают посты ТО и ремонта автомобилей с количеством, равном n .

При этом интенсивность обслуживания автомобиля на одном посту принимаем равной V , а отношение интенсивностей равным обобщенному параметру $\alpha = \lambda / V$. Коэффициент загрузки мощности гаражного автосервиса по терминологии теории массового обслуживания равен $\psi = \alpha / n$.

На первом этапе рассмотрим математические модели функционирования гаражного автосервиса как СМО в условиях острой конкуренции, когда при отсутствии свободного поста автомобиль немедленно покидает предприятие и переходит к конкуренту. Пользуясь результатами решения дифференциальных уравнений состояний подобных СМО, разработанных авторами работ [4; 10] можно воспользоваться следующими конечными выражениями для определения основных показателей предприятий ГАС, в числе которых:

1. Вероятность отказа в обслуживании (доля необслуженных автомобилей):

$$P_n = \frac{(\lambda_n / n!) \cdot e^{-\alpha}}{\sum_{k=0}^n (\alpha^k / k!) \cdot e^{-\alpha}} = \frac{\alpha^n}{n! \sum_{k=0}^n (1/k) \cdot \alpha^k} \quad (2)$$

2. Среднее число свободных (незанятых) постов:

$$M_n = n - M_p = n - \alpha \cdot (1 - P_n) \quad (3)$$

3. Среднее число автомобилей, покинувших очередь:

$$\Delta\lambda = \lambda \cdot P_n = \lambda \cdot (1 - P_{обс}) \quad (4)$$

4. Абсолютная пропускная способность предприятия (интенсивность поступления автомобилей на посты):

$$\lambda_0 = \lambda \cdot (1 - P_n) \quad (5)$$

5. Среднее время пребывания автомобиля на обслуживании:

$$t = M_p / \lambda \quad (6)$$

где λ – интенсивность потока заявок на обслуживание автомобилей, шт./час;

V – интенсивность обслуживания автомобилей на одном посту, шт./час;

M_p – среднее число свободных постов (исполнителей);

$P_{обс}$ – вероятность обслуживания автомобиля;

$\psi = \lambda / (n \cdot V)$ – коэффициент загрузки мощности предприятий.

Последний показатель эффективности функционирования предприятия отличается от суммарной интенсивности потока заявок λ на величину интенсивности ухода из очереди автомобилей $\Delta\lambda$, вычисляемого по выражению (4).

Для упрощения обозначений величин, входящих в вышеприведенные расчетные формулы, воспользуемся приемом автора работы [10], в соответствии с которым выражение (2) приобретает вид:

$$P_n = \frac{\alpha^n}{n! \sum_{k=0}^n \alpha^k / k!} = \frac{P(n, \alpha)}{R(n, \alpha)} \quad (7)$$

где $P(n, \alpha)$, $R(n, \alpha)$ – табличные функции пуассоновского распределения, используя которых можно рассчитать все остальные параметры без использования специальных методов и средств вычислений.

Приведенные выше выражения (6)–(7) позволяют рассчитать показатели предприятий гаражного автосервиса в условиях острой конкуренции, когда при отсутствии свободного поста автомобиль немедленно покидает предприятие. Если такие условия сохраняются длительное время, предприятия автосервиса (исключая автостоянки) не могут эффективно функционировать и обеспечивать необходимую рентабельность. Вместе с тем, ввиду неравномерности поступления автомобилей во времени [8; 11; 12], острая конкуренция может возникать в определенные часы суток и дни недели, когда имеет место минимизация потока заявок на предприятия ГАС.

Более длительное время предприятия работают в режиме умеренного и повышенного спроса на автоуслуги, когда интенсивность потоков заявок приближается к среднему значению λ и пиковым нагрузкам на производственные мощности всей сети автосервиса. В этих случаях немедленный переход автомобилей к конкуренту при отсутствии свободного поста (исполнителя) не всегда нецелесообразен, так как и на другом предприятии в эти часы возможно наличие определенной очереди. В этой связи решение о переходе к конкуренту принимается в случаях, когда, по мнению владельца автомобиля, очередь на других предприятиях меньше, чем на данном предприятии ГАС.

Таким образом, в очереди может стоять определенное число автомобилей, после превышения величины которого автомобиль покидает очередь. Рассмотрим математические модели, аппроксимирующие состояние системы для данного случая.

Приведенные выше рассуждения по формированию дисциплины очереди, предполагающей допущение m автомобилей в ожидании обслуживания, а $n+m+1$ – автомобиль покидает предприятие, позволяют использовать результаты математических выкладок [10] для расчета показателей предприятий ГАС в условиях конкурентной среды и неравномерной загрузки производственной мощности.

Согласно этим выкладкам, расчетные выражения для данной дисциплины очереди имеют следующий вид:

1. Вероятность того, что все посты заняты, но очереди нет, равна:

$$P_n = \frac{P(n, \alpha)}{R(n, \alpha) + P(n, \alpha) \cdot \psi \cdot (1 - \psi^m) / (1 - \psi)}. \quad (8)$$

2. Вероятность того, что все n постов заняты, а в очереди находится m автомобилей (вероятность ухода автомобиля из системы):

$$P_{n+m} = \psi^m \cdot P_n. \quad (9)$$

3. Среднее число свободных (незанятых) постов:

$$M_n = n - M_p = n - \alpha \cdot (1 - \psi^m \cdot P_n). \quad (10)$$

4. Среднее число автомобилей в очереди:

$$M_a = P_n \cdot \psi \cdot \frac{1 - \psi^m \cdot [n \cdot (1 - \psi) + 1]}{(1 - \psi)^2} . \quad (11)$$

5. Среднее число автомобилей, покинувших очередь:

$$\lambda_0 = \lambda \cdot \psi^m \cdot P_n . \quad (12)$$

6. Среднее время пребывания автомобиля в очереди:

$$t_{ож} = M_a / \lambda . \quad (13)$$

Если на предприятии ГАС имеется 1–3 поста ТО и ремонта, технологически возможна полная взаимопомощь исполнителей соседних постов. Для этого случая [6] расчетные выражения упрощаются и принимают вид:

1. Вероятность того, что автомобиль покинет систему:

$$P_n = m \cdot \psi \cdot n \cdot \frac{1 - \psi^m + 1}{1 - \psi^n + m + 1} . \quad (14)$$

2. Среднее число (свободных) незанятых постов:

$$Mn = n - Mp = n - \frac{\psi - \psi^m + 2}{1 - \psi^m + 2} . \quad (15)$$

3. Число автомобилей, покинувших предприятие:

$$\lambda_0 = \lambda \cdot P_{n+m} . \quad (16)$$

4. Среднее время ожидания заявки в очереди:

$$t_{ож} = M_a / \lambda . \quad (17)$$

Приведенные выше выражения позволяют вычислить все основные показатели предприятий ГАС при ограничении длины очереди.

Приведенные выражения (14–17) позволяют рассчитывать основные показатели предприятий ГАС как СМО при максимально возможном числе заявок в очереди $m + n$ и индивидуальном обслуживании клиентов на одном посту ТО и ремонта автомобилей.

Подводя итоги приведенным выше рассуждениям, а также оценивая математические модели расчета целесообразности создания и функционирования предприятий гаражного автосервиса в условиях неравномерного спроса на автосервисные услуги в конкурентной среде автосервиса городов и населенных пунктов можно отметить следующее.

Методики расчета целесообразности создания новых предприятий гаражного автосервиса базируются на показателях насыщенности городских территорий автомобилями и дают приближенные результаты, которые удовлетворяют потребности практики ввиду того, что на стадии ввода в эксплуатацию представляется возможным корректировка профиля деятельности по видам работ технического обслуживания и ремонта в соответствии с фактическим спросом в системе автосервиса. Приведенные математические модели позволяют количественно оценить показатели предприятий гаражного автосервиса, функционирующих в условиях неравномерного спроса и наличия конкуренции между предприятиями одного профиля деятельности. Предложенный комплекс математических моделей описывает

показатели производства для наиболее типичных уровней конкуренции, которые испытывают большинство предприятий гаражного автосервиса в условиях свободной конкуренции, и позволяет оптимизировать загрузку производственных мощностей. Средняя длина очереди автомобилей является наиболее легко контролируемым параметром, характеризующим средний уровень загрузки мощности и уровень конкуренции предприятий одинакового профиля работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей в сети автосервиса. Использование этого параметра при выборе вида деятельности предприятий ГАС позволяет определить средний уровень конкуренции между предприятиями путем проведения кратковременных статистических наблюдений в конкретной системе автосервиса и в конечном итоге обосновать наиболее оптимальный профиль работ для гарантирования рентабельности предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарупич П.В., Шарупич В.П., Богач К.А. Методология исследования потребности строительства гаражного автосервиса. Журнал "Автотранспортное предприятие, август, 2009. – С. 47–48.
2. Абабкова А.А. Шабуров В.Н. Оптимизация количества рабочих постов предприятий автомобильного сервиса. Вестник Курганского государственного университета, 2015, №3.
3. Тахтамышев Х.М., Этлухов О.А.-Г. Математические модели различных вариантов организации производственных процессов автосервисных предприятий в условиях умеренной конкуренции // Интернет-журнал «Науковедение» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/pdf/201evn515.pdf>.
4. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. М.: КомКнига, 2005. – С. 400.
5. Дрючин Д.А. Оптимизация структуры производственно-технической базы комплексного автотранспортного предприятия. Вестник ОГУ №10(129) Октябрь, 2011, – С. 108–113.
6. Тахтамышев Х.М. Математические модели функционирования автосервисных предприятий в условиях острой конкуренции при различных формах организации труда. Сборник «Известия ВолгГТУ» №6 (166), – С. 76.
7. Суетова А.А. Оптимизация процесса управления технологическим процессом ремонта в сервисных зонах предприятий автотранспортного комплекса. Журнал Фундаментальные исследования. ISSN 1812-7339 – 2015. – № 9 (часть 1), – С. 71–75.
8. Тахтамышев Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий. М.: Изд-во "Академия", – 2011, – С. 352.
9. Лысанов Д.М. Разработка методики оценки эффективности функционирования производственно-технической базы автосервисных предприятий. Автореф. канд. дис. Санкт-Петербург, 2005.
10. Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1969. – С. 323.
11. Тахтамышев Х.М. Математические модели функционирования автосервисных предприятий в условиях нулевой конкуренции // Вестник Евразийской науки, 2019 No5, <https://esj.today/PDF/40ECVN519.pdf>.
12. Чернышов А.Е. Комплексная оценка эффективности функционирования автосервисных предприятий. На примере СТО легковых автомобилей / А.Е. Чернышов: Дисс. ... канд.техн.наук. М., 2005 – С. 214.

Sukhanov Sergey Alekseevich

Nevinnomyssk state humanitarian and technical institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: Passatru1@rambler.ru

Takhtamyshev Khizir Makhmudovich

Nevinnomyssk state humanitarian and technical institute, Nevinnomyssk, Russia
E-mail: hizirt43@mail.ru

Novikov Aleksandr Nikolaevich

Oryol state university named after I.S. Turgenev, Oryol, Russia
E-mail: novikovan57@gmail.com

Mathematical models of the garage car service operation under market conditions

Abstract. The article notes that the high rates of motorization in our country in the post-reform period necessitated the creation of a production and technical base capable of supporting the performance of the multiply increased fleet of cars. In the system of car service, medium and small car service enterprises are widespread. A similar history of the formation of a car service infrastructure in our country ultimately led to the emergence of a whole industry of the car service sphere, called a garage car service.

In practice, two optimization problems arise: the first is the selection and justification of the work profile at the stage of construction of garage car service enterprises, and the second is the optimization of capacity at the stage of functioning of an operating enterprise in conditions of free competition: acute, moderate and weak. The most typical are the first two and are of the greatest interest for formalizing the functioning of garage car services with mathematical models as a queuing system in conditions of intense and moderate competition, including: the probability of denial of service; the average number of free (unoccupied) posts; the average number of cars leaving the queue; the average time of the car being serviced, etc.

Summing up the above reasoning, the author notes the following. The methods for calculating the feasibility of creating new garage car service enterprises are based on indicators of the saturation of urban areas with cars and give results that satisfy the needs of practice. The proposed set of mathematical models describes production indicators for the most typical levels of competition experienced by most garage car service enterprises and allows them to optimize the utilization of their production facilities at the stage of operation.

Keywords: garage car service; maintenance; repair; cars; car service; queuing theory; queue; enterprise; optimization; probability; demand; power; post