

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра "Транспорт"

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.М. Блянкинштейн
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 __ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
код – наименование направления

«Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей
Opel в г. Красноярске»
тема

Руководитель _____ C.B. Мальчиков
подпись, дата _____ должность, ученая степень

Выпускник _____ А.И. Иванов
подпись, дата

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И.М. Блянкинштейн
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту

Иванову Артёму Игоревичу

фамилия, имя, отчество

Группа ЗФТ12-06Б Направление (специальность) 23.03.03

номер

код

эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей марки «Опель» в г. Красноярске

Утверждена приказом по университету № 1412/С от 7.02.2017

Руководитель ВКР С.В. Мальчиков, доцент, канд. техн. наук.

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР автомобильная марка – «Opel»; тип СТОА – городская универсальная; участок для детальной разработки – участок ТО и ТР; место строительства – г. Красноярск; среднегодовой пробег 25000 км

Перечень разделов ВКР 1 Анализ рынка автомобилей «Opel» в Красноярском крае; 2 Анализ характерных неисправностей автомобиля Opel Astra J; 3 Оценка эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования; 4 Технологический расчет производственно-технической базы СТО

Перечень графического материала

Лист 1 – Маркетинговое исследование рынка автомобилей марки «Opel»

Лист 2 – Характерные неисправности автомобиля Opel Astra J

Лист 3 – Технологический процесс замены муфт системы регулирования фаз газораспределения CVCP

Лист 4 – Оценка эффективности и конкурентоспособности динамометрических ключей

Лист 5 – Проект участка ТО и ТР

Руководитель ВКР

подпись

С.В. Мальчиков

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

А.И. Иванов

инициалы и фамилия

« ____ » _____ 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей Opel в г. Красноярске» содержит 96 страниц текстового документа, 37 таблиц, 11 рисунков, 85 расчетных формул, 17 использованных источников, 5 листов графического материала.

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, АНАЛИЗ ОТКАЗОВ, ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТО.

Цель работы:

- маркетинговое исследование рынка автомобилей Opel;
- анализ характерных отказов автомобилей Opel и выявление их причин;
- на примере одного отказа предложить методику его устранения;
- подобрать необходимое технологическое оборудование;
- произвести расчет СТО с детальной разработкой участка ТО и ТР.

В данной работе были проведены расчеты в сфере маркетинга, рассмотрены характерные отказы автомобилей Opel Astra и методы их устранения, составлен технологический процесс замены муфт CVCP. Далее был произведен подбор оборудования и технологический расчет производственно-технической базы СТО.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Анализ рынка автомобилей Opel в Красноярском крае	8
1.1 Структура модельного ряда автомобилей марки Opel	8
1.2 Статистика продаж автомобилей марки Opel в период с 2006 года по 2015 год	15
1.3 Обоснование спроса на услуги автосервиса в районе проектируемой станции технического обслуживания	18
1.3.1 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса (1 этап)	18
1.3.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе (2-й этап)	25
1.3.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе (3 этап)	30
1.3.4 Прогнозирование спроса на услуги автосервиса в регионе проектируемой СТО (4-й этап)	35
1.3.5 Результаты обоснования спроса на услуги автосервиса и целесообразности создания СТО в рассматриваемом регионе	38
2 Анализ характерных неисправностей автомобиля Opel Astra J	39
2.1 Технические характеристики автомобиля Opel Astra J	39
2.2 Характерные неисправности Opel Astra J	39
2.3 Устройство и принцип работы системы CVCP (Continuous Variable Camshaft Phasing)	41
2.4 Анализ неисправностей системы изменения фаз газораспределения CVCP	44
3 Оценка эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования	52
3.1 Общий подход: анализ эффективности технологического оборудования на основе имитационного моделирования	52

3.2 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности динамометрических ключей	53
3.3 Экономическая модель оценки эффективности использования динамометрических ключей.....	54
3.4 Пример расчета эффективности поста, оснащенного динамометрическим ключом КОБАЛЬТ 649-691	56
3.5 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества динамометрических ключей.....	62
4 Технологический расчет производственно-технической базы СТО	69
4.1 Расчет годового объема работ	69
4.2 Трудоемкость вспомогательных работ	73
4.3 Расчет численности производственных рабочих	74
4.4 Расчет числа постов и автомобиле-мест	77
4.5 Расчет производственных площадей помещений	83
4.6 Виды выполняемых работ и организация технологического процесса на заданном участке	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А (перечень оборудования участка ТО и ТР)	

ВВЕДЕНИЕ

Автомобили марки Opel всегда пользовались спросом в нашем регионе. Но с 2015 года продажи автомобилей Opel прекратились на российском рынке. Казалось, должен и прекратиться спрос на услуги СТО автомобилей Opel. Но уход автомобильной марки с рынка еще не значит. Ведь все автомобили проданные до этого периода нуждаются в дальнейшем техническом обслуживании. При этом в перспективе скорый возврат данной марки на наш рынок.

Целью данной работы является совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей Opel. Для этого будет произведено:

- анализ рынка автомобилей Opel в регионе с выявлением спроса на услуги СТО в настоящем и перспективном периодах;
- анализ характерных отказов одной модели автомобилей Opel, выявление неисправностей и совершенствование технологии их устранения;
- произведен выбор оборудования путем квалиметрического расчета;
- спроектирован и детально разработан участок технического обслуживания и ремонта.

1 Анализ рынка автомобилей Opel в Красноярском крае

1.1 Структура модельного ряда автомобилей марки Opel

Структура модельного ряда автомобилей Opel представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Структура модельного ряда автомобилей Opel

Характеристики					
Модель	Комплектация	Объем двигателя	КПП	Мощность, л.с.	Цена, рублей
1	2	3	4	5	6
Corsa 3-х ДВ.					
Corsa 5-х ДВ.					
	Essentia	1.0	Механика	65	
	Enjoy	1.2	Механика	85	от 480 000 до 710 000
	Lite Edition				
	Active				
	Color Edition				
	Cosmo	1.2	Автомат	85	от 480 000 до 710 000
	Enjoy				
	Lite Edition				
	Active				
	Color Edition				

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	
Corsa OPC	Enjoy	1.4	Автомат	100		
	Active					
	Color Edition					
	Cosmo	1.6	Механика	150		
	Color Edition					
	Cosmo					
Astra седан	OPC	1.6	Механика	192	950 000	
	Essentia	1.6	Механика	115	от 830 000 до 1 230 000	
	Enjoy	1.6	Механика	115		
	Enjoy	1.6	Автомат	115		
	Enjoy T	1.4	Автомат	140		
	Cosmo	1.6	Механика	115		
	Cosmo	1.6	Автомат	115		
	Cosmo T	1.4	Автомат	140		
	Cosmo T	1.6	Автомат	180		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Astra хэтчбек					
Astra универсал	Essentia	1.6	Механика	115	от 800 000 до 1 070 000
	Enjoy	1.6	Механика	115	
	Enjoy	1.6	Автомат	115	
	Enjoy T	1.4	Автомат	140	
	Cosmo	1.6	Механика	115	
	Cosmo	1.6	Автомат	115	
	Cosmo T	1.4	Автомат	140	
	Cosmo T	1.6	Автомат	180	
Astra универсал					
	Essentia	1.6	Механика	115	от 830 000 до 1 230 000
	Active	1.6	Механика	115	
	Active	1.6	Автомат	115	
	Active T	1.4	Автомат	140	
	Cosmo	1.6	Механика	115	
	Cosmo T	1.4	Автомат	140	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Astra OPC					
	OPC	2.0	Механика	280	1 715 000
Mokka					
	Essentia	1.8	Механика	140	1 010 000
	Enjoy	1.8	Механика	140	1 100 000
	Enjoy T	1.4	Автомат	140	1 170 000
	Enjoy 4WD	1.8	Автомат	140	1 210 000
	Cosmo	1.8	Механика	140	1 180 000
	Cosmo T	1.4	Автомат	140	1 250 000
	Cosmo 4WD	1.8	Автомат	140	1 290 000
	Cosmo 4WD	1.4	Механика	140	1 345 000
	CosmoDiesel	1.7	Автомат	130	1 391 000

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Zafira					
	Essentia	1.4	механика	140	от 900 000 до 1 700 000
	Active	1.4	автомат	140	
	Active	1.6	автомат	170	
	Active	1.8	механика	140	
	Cosmo	2.0	механика	130	
	Cosmo	2.0	автомат	130	
Meriva					
	Joy	1.4	Механика	100	от 570 000 до 830 000
	Drive	1.4 T	Механика	120	
	Design Edition	1.4 T	Автомат	120	
	Cosmo	1.4 T	Механика	140	

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Insignia седан					
Insignia хэтчбек					
Insignia универсал					
	Базовая	1.4 T	Механика	140	от 780 000 до 1 380 000
	Cosmo	1.6 T	Механика	170	
	Elegance	1.6 T	Автомат	170	
	Essentia	1.8	Механика	140	
	Базовая	2.0 T	Механика	250	
	Business Edition	2.0 CDTI	Механика	163	
	Cosmo	2.0 CDTI	Автомат	195	

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Insignia Country Tourer					
	Country Tourer	1.6 T	Автомат	170	от 1 386 000 до 1 556 000
	Country Tourer	2.0 T	Автомат	249	
	Country Tourer	2.0 CDTI	Автомат	163	
	Country Tourer	2.0 CDTI	Автомат	195	
Antara					
	Enjoy	2.2 CDTi	Механика	163	От 1 100 000 до 1 480 000
	Cosmo	2.2 CDTi	Автомат	184	
	Enjoy	2.4	Автомат	167	
	Cosmo	2.4	Автомат	167	

1.2 Статистика продаж автомобилей марки Opel в период с 2006 года по 2015 год

Продажи автомобилей Opel в России (статистика АЕВ) [4] с 2006 по 2015 год:

- с января по декабрь 2006 г. – 19983 шт.;
- с января по декабрь 2007 г. – 66329 шт.;
- с января по декабрь 2008 г. – 98800 шт.;
- с января по декабрь 2009 г. – 34277 шт.;
- с января по декабрь 2010 г. – 40875 шт.;
- с января по декабрь 2011 г. – 67555 шт.;
- с января по декабрь 2012 г. – 81242 шт.;
- с января по декабрь 2013 г. – 81421 шт.;
- с января по декабрь 2014 г. – 64985 шт.;
- с января по декабрь 2015 г. – 16682 шт.

Таблица 2 – Численность населения

Год	Численность населения	
	Россия	Красноярский край
2006	142 753 551	2 906 181
2007	142 220 968	2 893 748
2008	142 008 838	2 890 350
2009	141 903 979	2 889 785
2010	142 856 536	2 882 187
2011	142 865 433	2 829 105
2012	143 056 383	2 838 396
2013	143 347 059	2 846 475
2014	143 666 931	2 852 810
2015	146 267 288	2 858 773

Определяем коэффициент соотношения численности населения в Красноярском крае к России на каждый год путем отношения численности населения Красноярского края к численности России.

Определяем число проданных автомобилей Opel в Красноярском крае по формуле

$$\Psi_{\text{Авто}}^{\text{Край}} = \Psi_{\text{Авто}}^{\text{РФ}} \cdot K \quad (1)$$

Таблица 3 – Соотношение продаж новых автомобилей Opel в России и Красноярском крае

Год	K	Количество новых проданных автомобилей Opel в России	Количество новых проданных автомобилей Opel в Красноярском крае	Официальные продажи Opel
2006	0,0204	19983	408	199
2007	0,0203	66329	1346	663
2008	0,0204	98800	2016	988
2009	0,0204	34277	699	342
2010	0,0202	40875	826	408
2011	0,0198	67555	1338	675
2012	0,0198	81242	1609	812
2013	0,0199	81421	1621	814
2014	0,0199	64985	1293	645
2015	0,0195	16682	325	76

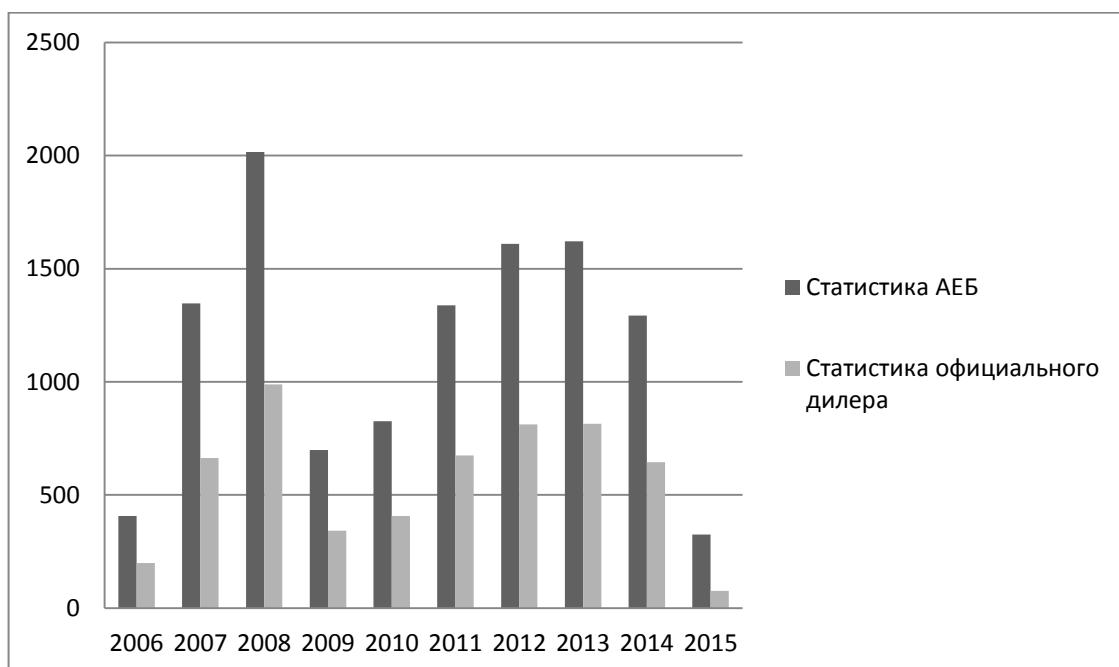


Рисунок 1 – Соотношение численности проданных новых автомобилей «Опель» по данным продаж официальных дилеров и по статистике АЕВ

Таблица 4 – Насыщенность автомобилей Opel в Красноярском крае

Год	Количество а/м по нарастающему порядку	Численность населения	Насыщенность
2006	199	2 906 181	0,0684
2007	862	2 893 748	0,2979
2008	1850	2 890 350	0,6401
2009	2192	2 889 785	0,7585
2010	2600	2 882 187	0,9021
2011	3275	2 829 105	1,1576
2012	4087	2 838 396	1,4399
2013	4901	2 846 475	1,7218
2014	5546	2 852 810	1,944
2015	5622	2 858 773	1,9666

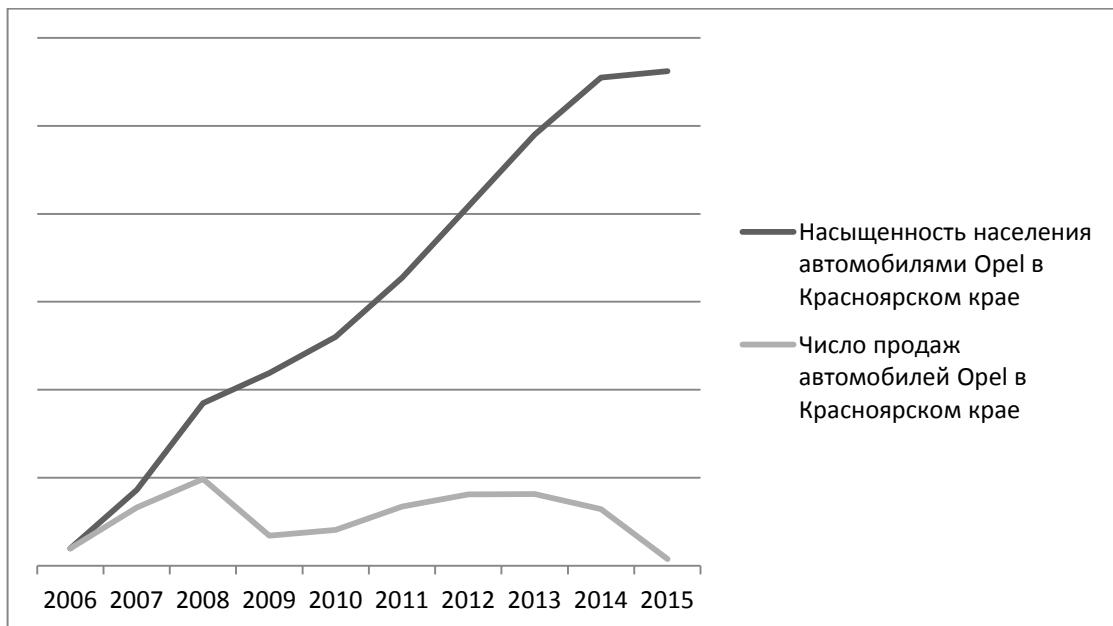


Рисунок 2 – Изменение числа продаж и насыщенности населения автомобилями Opel в Красноярском крае за 10 лет

Вывод: как видно из рисунка 1 и рисунка 2, наибольшее число проданных автомобилей было в 2008 году, после чего в 2009 году происходит резкий спад продаж почти в 3 раза. С 2010 по 2013 год наблюдается прирост продаж и достигает 1621 автомобиль, но в 2014 году число проданных автомобилей падает и к 2015 году снижается до минимального значения за период 10 лет.

1.3 Обоснование спроса на услуги автосервиса в районе проектируемой станции технического обслуживания

1.3.1 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса (1 этап)

Исходные данные:

- численность жителей региона $A_i, i = (\overline{1,2})$,
- насыщенность населения региона легковыми автомобилями n_i на текущий момент и перспективу, $i = (\overline{1,2})$, авт./1000жителей;
- динамика изменения насыщенности $n_{ti} = f(t_i)$ населения региона автомобилями на ретроспективном периоде, т.е. за ряд лет ($t_i = 1,2,3, \dots m$) до рассматриваемого текущего момента времени $t_i = m$;
- коэффициент, учитывающий долю владельцев, пользующихся услугами СТО – $\beta_i, i = (\overline{1,2})$;
- средняя наработка в тыс.км на один автомобиле – заезд на СТО автомобилей – $L_{ij}, j = (\overline{1,J})$;
- интервальное распределение годовых пробегов автомобилей марки Opel представлено в виде таблицы 7.

Таблица 6 – Исходные данные для определения основных показателей

Временной период	Численность жителей региона	Насыщенность легковыми автомобилями, авт./1000 жит.	Доля владельцев польз. услугам и СТО	Sредняя наработка на один автомобиле-заезд	Вероятностное распределение обслуживаемых на СТО авт.
				Opel	
Текущий	2858773	1,9666	0,65	8	1
Перспектив	2900000	2,2414	0,8	9	1

Таблица 7 – Исходное распределение годовых пробегов автомобилей

№	Годовые пробеги	Индекс интервала пробега	Средние значения пробегов	Количество пробегов
1	0			
		1	2,5	142
2	5			
		2	7,5	280
3	10			
		3	12,5	1400
4	15			
		4	17,5	1900
5	20			
		5	22,5	1100
6	25			
		6	27,5	800
7	30			

Расчет количества автомобилей в регионе

Количество автомобилей в регионе определяем по формуле

$$N_i = \frac{A_i \cdot n_i}{1000}, \quad (2)$$

где N_i – количество автомобилей;

A_i – число жителей региона;

n_i – насыщенность населения региона автомобилями.

Данное количество легковых автомобилей рассчитывается для текущего ($i = 1$) и перспективного ($i = 2$) периодов.

Для текущего периода ($i=1$):

$$N_1 = \frac{2858773 \cdot 1,9666}{1000} = 5622 \text{ (авт.)}$$

Для перспективного периода ($i=2$):

$$N_2 = \frac{2900000 \cdot 2,2414}{1000} = 6500(\text{авт.})$$

При расчете динамики изменения количества легковых автомобилей в регионе или насыщенности ими населения региона, задаваемый временной лаг от момента времени $t_i = t$ должен составлять не менее 5-7 лет.

Решение данной задачи может базироваться на использовании логистической зависимости, учитывающей динамику развития насыщенности населения региона автомобилями в прошлом, состояния насыщенности в настоящем и в будущем.

При этом насыщенность с течением времени возрастает: сначала медленно, затем быстро и, наконец, снова замедляется за счет приближения n к $n_{max} = n_2$.

Таблица 8 – динамика изменения насыщенности населения региона автомобилями на ретроспективном периоде.

N	Годы	Годы	Насыщенность, авт./1000 жит.
1	2011	0	1,1576
2	2012	1	1,4399
3	2013	2	1,7218
4	2014	3	1,944
5	2015	4	1,9666

Зависимость насыщенности от времени можно выразить дифференциальным уравнением (3).

$$\frac{dn}{dt} = qn(n_{max} - n), \quad (3)$$

где, t - время;

n - насыщенность автомобилями;

n_{max} - предельное значение насыщенности;

q – коэффициент пропорциональности.

Преобразование данного уровня позволяет определить значение коэффициента пропорциональности q , т.е.

$$q = -\frac{\sum_{t=1}^m (\Delta n_t n_t^2) - n_{max} \sum_{t=1}^m (\Delta n_t n_t^2)}{n_{max}^2 \sum_{t=1}^m n_t^2 - 2n_{max} \sum_{t=1}^m n_t^3 + \sum_{t=1}^m n_t^4} \quad (4)$$

При заданном $n_{max} = n_2$ и вычисленном значении q с учетом требования прохождения функции $n = f(t)$ через последнюю точку $n_m = n_1$ ретроспективного периода для $t = m = 4$, позволяет, после несложных преобразований, окончательно получить зависимость изменения насыщенности населения легковыми автомобилями от времени, т.е.

$$n_t = \frac{n_{max} n_m}{n_m + (n_{max} - n_m) \cdot \exp[-qn_{max}(t - m)]}, \quad (5)$$

где $n_m = n_1$ – текущее значение насыщенности населения региона легковыми автомобилями на конец ретроспективного периода, т.е. для $t = m$.

Решение уравнения (5) относительно фактора времени t , позволяет оценить временной интервал (лаг) выхода насыщенности населения легковыми автомобилями на заданное предельное (или близкое к нему) значение насыщенности $n < n_{max} = n_2$:

$$t_L = -\frac{\ln \left[\left(\frac{n_{max} n_m}{n_t} - n_m \right) / (n_{max} - n_m) \right]}{q_{max}} \quad (6)$$

Таблица 9 – Изменение и прирост насыщенности населения легковыми автомобилями на ретроспективном периоде

№ п.п.	Годы, t_i	Насыщенность, n_t	Прирост насыщенности, Δn_t
1	0	1,1576	0
2	1	1,4399	0,2823

Продолжение таблицы 9

№ п.п.	Годы, t_i	Насыщенность, n_t	Прирост насыщенности, Δn_t
3	2	1,7218	0,2819
4	3	1,944	0,2222
5	$4 = m$	1,9666	0,0226

В данной таблице прирост насыщенности Δn_t равен

$$\Delta n_t = n_{ti} - n_{t(i-1)}, \quad (7)$$

Расчет коэффициента пропорциональности q : для $n_{max} = n_2 = 2,2414$; $n_m = n_1 = 1,9666$, q найдем по формуле (4).

$$q = -\frac{(0,2823 \cdot 1,4399^2 + 0,2819 \cdot 1,7218^2 + 0,2222 \cdot 1,944^2 + 0,0226 \cdot 1,9666^2 - 2,2414 \cdot (0,2823 \cdot 1,4399 + 0,2819 \cdot 1,7218 + 0,2222 \cdot 1,944 + 0,0226 \cdot 1,9666) - 2 \cdot 2,2414 \cdot (1,4399^3 + 1,7218^3 + 1,944^3 + 1,9666^3) + 0,2222 \cdot 1,944 + 0,0226 \cdot 1,9666)}{(1,4399^4 + 1,7218^4 + 1,944^4 + 1,9666^4)} = 0,0221$$

Прогнозная оценка динамики изменения насыщенности населения легковыми автомобилями в регионе: для $n_{max} = n_2 = 2,2414$; $n_m = n_1 = 1,9666$; $m = 4$ насыщенность ($t=5$) составит:

$$n_{t=5} = \frac{2,2414 \cdot 1,9666}{1,9666 + (2,2414 - 1,9666) \cdot \exp[-0,0221 \cdot 2,2414(5 - 4)]} = 1,9781$$

$$n_{t=6} = \frac{2,2414 \cdot 1,9666}{1,9666 + (2,2414 - 1,9666) \cdot \exp[-0,0221 \cdot 2,2414(6 - 4)]} = 1,9894$$

$$n_{t=7} = \frac{2,2414 \cdot 1,9666}{1,9666 + (2,2414 - 1,9666) \cdot \exp[-0,0221 \cdot 2,2414(7 - 4)]} \\ = 2,0002$$

$$n_{t=8} = \frac{2,2414 \cdot 1,9666}{1,9666 + (2,2414 - 1,9666) \cdot \exp[-0,0221 \cdot 2,2414(8 - 4)]} \\ = 2,0105$$

$$n_{t=9} = \frac{2,2414 \cdot 1,9666}{1,9666 + (2,2414 - 1,9666) \cdot \exp[-0,0221 \cdot 2,2414(9 - 4)]} \\ = 2,0205$$

Выполнив проверку по выражению (5) и задаваясь n_t к 2,0205 авт./1000 жителей имеем:

$$t_{\text{Л}} = 4 - \frac{\ln \left[\left(\frac{2,2414 \cdot 1,9666}{2,0205} - 1,9666 \right) / (2,2414 - 1,9666) \right]}{0,0221 \cdot 2,2414} = 8,9535 \\ \approx 9 \text{ лет}$$

Результаты прогнозируемого изменения насыщенности населения региона автомобилями представлены на рисунке 3.

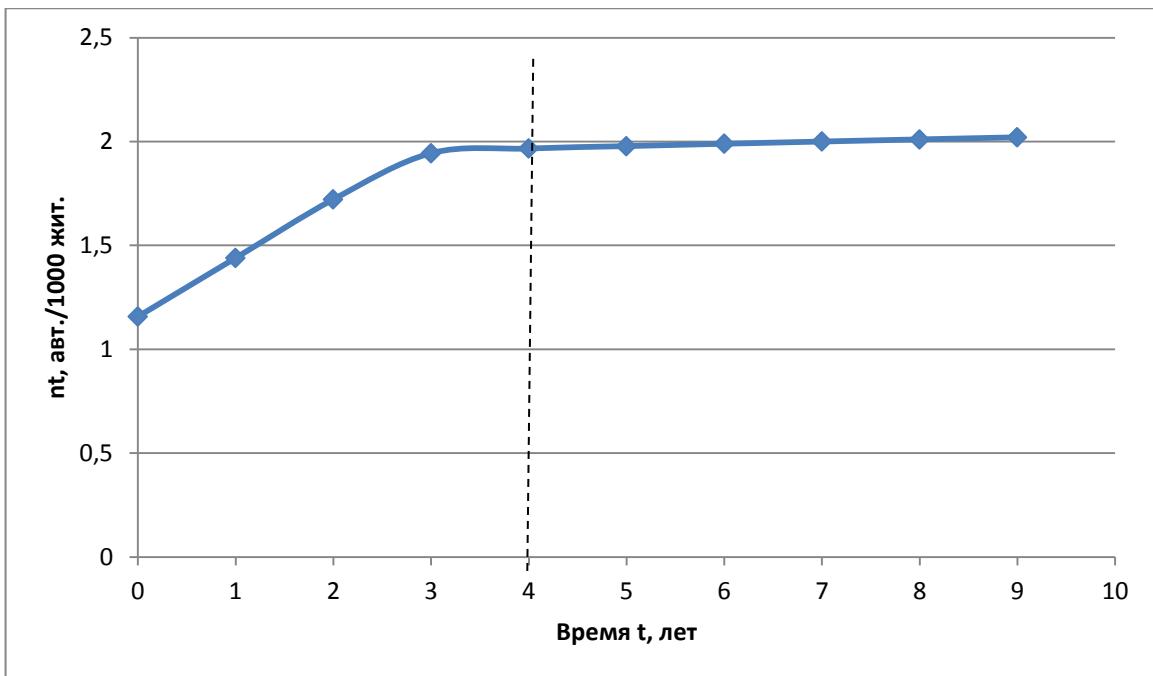


Рисунок 3 – Графическая иллюстрация прогноза насыщенности населения региона легковыми автомобилями

Расчет показателей годовых пробегов автомобилей, наработки на автомобиле-заезд и годового количества обращений на СТО

Средневзвешенный годовой пробег автомобилей равен:

$$\bar{L}_{\Gamma j} = \frac{\sum_{r=1}^R \bar{L}_{\Gamma jr} \cdot n_{jr}}{\sum_{r=1}^R n_{jr}}, \quad (8)$$

где $\bar{L}_{\Gamma jr}$ – средний годовой пробег автомобиля в интервале пробега r ;

n_{jr} – количество значений пробегов $L_{\Gamma jr}$ в интервалах, $r = (\overline{1, R})$.

$$\begin{aligned} L_{\Gamma 1} &= \frac{2,5 \cdot 142 + 7,5 \cdot 280 + 12,5 \cdot 1400 + 17,5 \cdot 1900 + 22,5 \cdot 1100 + 27,5 \cdot 800}{142 + 280 + 1400 + 1900 + 1100 + 800} \\ &= 17,8 \text{ (тыс. км)} \end{aligned}$$

Годовое количество обращений (заездов) автомобилей региона на СТО определяем по формуле (9).

$$N_{\Gamma i} = N_i B_i \frac{L_{\Gamma i}}{L_i} \quad (9)$$

Для текущего момента:

$$N_{\Gamma i=1} = 5622 \cdot 0,65 \cdot \frac{17,8}{8} = 8131 \text{ (обращение)}$$

Для перспективного момента:

$$N_{\Gamma i=2} = 6500 \cdot 0,8 \cdot \frac{17,8}{9} = 10284 \text{ (обращения)}$$

Таблица 10 – Основные показатели, характеризующие потребность региона в услугах автосервиса

Временной период	Количество автомобилей в регионе N_i	Средневзвешенный годовой пробег автомобилей $\bar{L}_{\Gamma i}$, тыс.км	Средневзвешенная наработка на 1 автомобилезаезд на СТО \bar{L}_i , тыс.км	Общее годовое количество заездов автомобилей региона на СТО $N_{\Gamma i}$
Текущий (1)	5622	17,8	8	8131
Перспективный(2)	6500	17,8	9	10284

1.3.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе (2-й этап)

Оценка спроса на услуги автосервиса базируется на результатах экспертной оценки текущего состояния спроса и перспектив развития для рассматриваемой совокупности СТО региона.

В рамках текущего состояния спроса для действующих СТО региона оценка осуществляется по следующим показателям:

- фактическое годовое количество обращений на СТО, M_K ;
- процент удовлетворения спроса, W_K ;
- процентное распределение заездов автомобилей по моделям на СТО.

В тоже время необходимо проведение экспертной оценки действующих СТО, с точки зрения их ближайших перспектив развития на временном лаге равном $t_{\text{л}} = 2 \dots 3$ годам, в течение которых предусматривается создание и согласование проектно-разрешительной документации, строительство и ввод в действие нового, конкурирующего с ними предприятия в рассматриваемом регионе.

При этом, экспертиза проводится по показателям, оценивающим:

1) возможность увеличения числа обращений после развития конкретного СТО, что определяется:

- как правило, сложившейся конъюнктурой рынка услуг по ТО и ремонту автомобилей в регионе и динамикой ее изменения, выявляемой на основе опыта компетентных представителей (экспертов) рассматриваемых СТО;

- финансовыми возможностями развития СТО;

- наличием земельного участка, его достаточной площадью, производственными площадями и их резервом, технической возможностью реконструкции и расширения СТО для обеспечения развития предприятия с целью увеличения степени удовлетворения клиентуры в услугах и т.д.

2) возможное процентное изменение обращений на СТО по моделям автомобилей после их развития, B_{kj} (%), определяемое экспертами на основе складывающейся конъюнктуры, динамики изменения состава автомобильного парка в регионе и сложившегося опыта и т.д.

В качестве СТО, подлежащих экспертизе, в основном, выбираются средние и более крупные предприятия, общее обращение клиентуры, на которые составляет не менее 80% от суммарного спроса на услуги по всем СТО рассматриваемого региона.

Экспертами, на выбранных предприятиях, выступают компетентные специалисты, занимающиеся вопросами менеджмента, маркетинга, управления производством (например, директор, коммерческий директор, его заместители, специалисты планирующих подразделений, менеджер по

приемке и выдаче автомобилей, мастера, начальник производства, начальники смен и др.).

Количество экспертов выбирается как правило не менее 8. При этом будет обеспечена доверительная вероятность на уровне $y = 0,8$ и вероятность некорреспондирования оценок с объективной информацией Q (т.е. вероятность ошибки) не более 0,2.

В общем случае, число экспертов может определяться на основе объёма выборки для непараметрических методов, т.е.

$$N = \frac{\ln(1-\gamma)}{\ln(1-Q)} \quad (10)$$

Таблица 11 – Экспертная оценка СТО

№	Текущий период			Ближайшая перспектива				Распределение обращений по моделям после развития СТО, %	
	M _k	W _k	Распределение заездов по моделям автомобилей, %	Возможность увеличения числа обращений		№ эксперта C _k			
				1	2	3	4		
1	2131	80	100	1,1	1,3	1,4	1,3	100	
2	2500	60	100	1,4	1,2	1,2	1,4	100	
3	1250	70	100	1,1	1,6	1,1	1,3	100	
4	2250	80	100	1,3	1,6	1,1	1,1	100	

Оценка удовлетворённого и неудовлетворённого спроса производится на основе данных таблицы, представленной на выданном листе.

Удовлетворённый спрос по k-ой СТО находим по формуле

$$M_{yk} = \frac{M_k W_k}{100}, \quad (11)$$

где k – индекс (номер) СТО;

W_k – удовлетворённый спрос, %.

$$M_{y1} = \frac{2131 * 80}{100} = 1705$$

$$M_{y2} = \frac{2500 * 60}{100} = 1500$$

$$M_{y3} = \frac{1250 * 70}{100} = 875$$

$$M_{y4} = \frac{2250 * 80}{100} = 1800$$

Удовлетворённый спрос по k-ой СТО для всех автомобилей:

$$M_{ykj} = M_{yk} \frac{B_{kj}^1}{100}; \quad (12)$$

где B_{kj}^1 – распределение заездов автомобилей на СТО по моделям в текущий период, %.

$$M_{yk1} = \frac{1705 * 100}{100} = 1705$$

$$M_{yk2} = \frac{1500 * 100}{100} = 1500$$

$$M_{yk3} = \frac{875 * 100}{100} = 875$$

$$M_{yk4} = \frac{1800 * 100}{100} = 1800$$

Общий годовой спрос определим по формуле (13).

$$M = \sum_{k=1}^K M_k \quad (13)$$

$$M = 2131 + 2500 + 1250 + 2250 = 8131$$

Общий удовлетворённый годовой спрос на всех СТО определим по формуле

$$M_y = \sum_{k=1}^K M_{yk} \quad (14)$$

$$M_y = 1705 + 1500 + 875 + 1800 = 5880$$

Неудовлетворённый спрос по всем СТО для автомобилей определяем по формуле (15).

$$M_{hy} = M - M_y \quad (15)$$

Общий неудовлетворённый спрос:

$$M_{hy} = 8131 - 5880 = 2251 \text{ (заездов на СТО).}$$

Результат оценки удовлетворённого спроса на услуги автосервиса приведён в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка удовлетворённого спроса на услуги автосервиса в регионе на текущий период

№ СТО	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса $W_k, \%$	Удовлетворённый спрос
			Всего M_{yk}
1	2131	80	1705
2	2500	60	1500

Продолжение таблицы 12

№ СТО	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса W_k , %	Удовлетворённый спрос
3	1250	70	875
4	2250	80	1800
	$M=8131$		$M_y=5880$

Оценка спроса на перспективу

Годовой спрос клиентуры из других регионов:

$$M' = M - N_{ri=1} \quad (16)$$

$$M' = 8131 - 8131 = 0 \text{ (заездов).}$$

Максимальный годовой спрос на перспективу с учётом обслуживания клиентуры других регионов и принятого допущения по её росту, пропорционально росту клиентуры рассматриваемого региона, может быть примерно приближенно определён по формуле

$$M_{\pi} = N_{ri=2} + M' \cdot \frac{N_{ri=2}}{N_{ri=1}} \quad (17)$$

$$M_{\pi} = 10284 + 0 \cdot \frac{10284}{8131} = 10284 \text{ (заезда).}$$

1.3.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе (3 этап)

Для коэффициента пропорциональности ϕ и значений спроса на услуги по годам y_t используются следующие выражения:

$$\varphi = - \frac{\sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t^2) - M_{\pi} \sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t)}{M_{\pi}^2 \sum_{t=1}^m y_t^2 - 2M_{\pi} \sum_{t=1}^m y_t^3 + \sum_{t=1}^m y_t^4} \quad (18)$$

$$y_t = \frac{M_{\pi} M}{M + (M_{\pi} - M) \cdot \exp[-\varphi M_{\pi} (t - m)]} \quad (19)$$

В выражении Δy_t есть годовой прирост спроса на услуги по ТО и Р в интервале времени $(t_i \dots t_{i-1})$ на ретроспективном периоде, т.е.

$$\Delta y_t = y_{ti} - y_{t(i-1)} \quad (20)$$

Оценка изменения спроса на услуги для СТО региона

Исходные данные:

- спрос на текущий момент времени $M = 8,131$ тыс. обращений в год;
- прогноз максимального перспективного спроса через $t = 9$ лет $M_{\pi} = 10,284$ тыс. обращений в год.

Таблица 13 – Изменение и прирост спроса на услуги по ТО и Р автомобилей на СТО региона

№ п.п.	Годы T_i	Годы t_i , $t_i = T_i - 2015$ (лет)	Спрос y_t (тыс. обращений в год)	Прирост спроса Δy_t (тыс. обращений в год)
1	2011	0	4,7322	0
2	2012	1	5,9109	1,1787
3	2013	2	7,0882	1,1773
4	2014	3	8,0211	0,9329
5	2015	$4 = m$	8,131	0,1099

Оценка коэффициента пропорциональности φ :

$$\varphi = - \frac{(1,1787 \cdot 5,9109^2) + (1,1773 \cdot 7,0882^2) + (0,9329 \cdot 8,0211^2) +}{10,284^2 \cdot (5,9109^2 + 7,0882^2 + 8,0211^2 + 8,131^2) - 2 \cdot 10,284} \cdot$$

$$\frac{(0,1099 \cdot 8,131^2) - 10,284 \cdot (1,1787 \cdot 5,9109 + 1,1773 \cdot 7,0882) +}{(5,9109^3 + 7,0882^3 + 8,0211^3 + 8,131^3)} +$$

$$\frac{0,9329 \cdot 8,0211 + 0,1099 \cdot 8,131}{(5,9109^4 + 7,0882^4 + 8,0211^4 + 8,131^4)} = 0,0418$$

Прогнозную оценку динамики изменения спроса на услуги в регионе на временном лаге определяем по формулам:

$$y_{t=5} = \frac{10,284 \cdot 8,131}{8,131 + (10,284 - 8,131) \cdot \exp[-0,0418 \cdot 10,284(5 - 4)]} = \\ = 8,769$$

$$y_{t=6} = \frac{10,284 \cdot 8,131}{8,131 + (10,284 - 8,131) \cdot \exp[-0,0418 \cdot 10,284(6 - 4)]} = \\ = 9,2421$$

$$y_{t=7} = \frac{10,284 \cdot 8,131}{8,131 + (10,284 - 8,131) \cdot \exp[-0,0418 \cdot 10,284(7 - 4)]} = \\ = 9,5794$$

$$y_{t=8} = \frac{10,284 \cdot 8,131}{8,131 + (10,284 - 8,131) \cdot \exp[-0,0418 \cdot 10,284(8 - 4)]} = \\ = 9,813$$

$$y_{t=9} = \frac{10,284 \cdot 8,131}{8,131 + (10,284 - 8,131) \cdot \exp[-0,0418 \cdot 10,284(9 - 4)]} = \\ = 9,9717$$

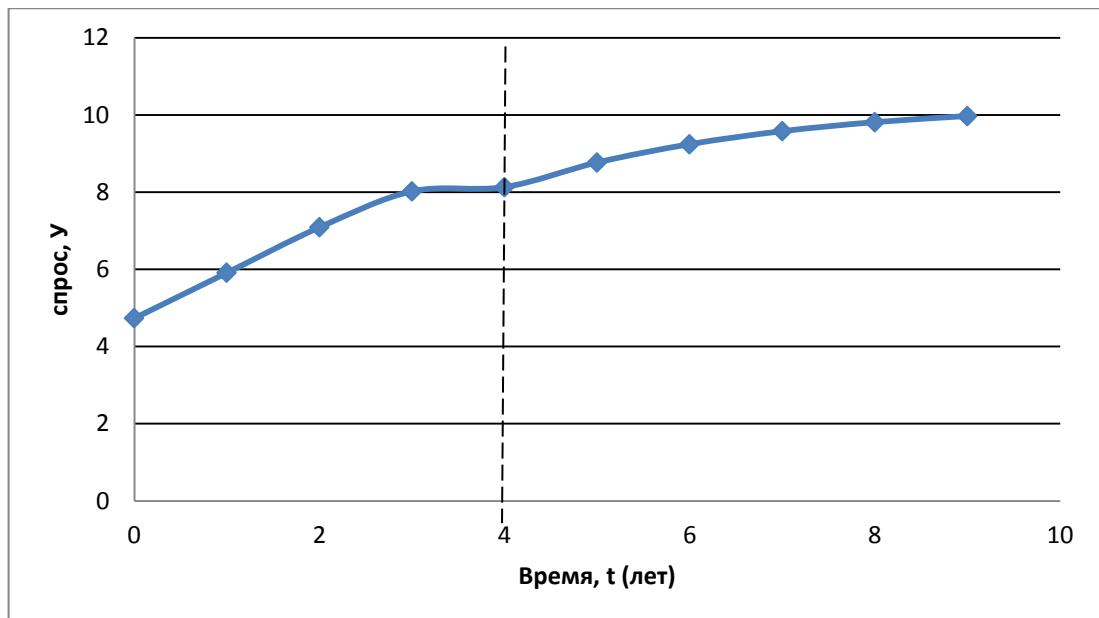


Рисунок 4 – График прогнозного изменения спроса на услуги в регионе на множестве СТО

Прогнозируемый спрос на услуги k -ой СТО по результатам оценки C_k -м экспертом определим по формуле

$$N_{C_k}^B = M_{yk} \alpha_{C_k}, \quad (21)$$

где α_{C_k} - возможное увеличение числа обращений на СТО на ближайшую перспективу с учётом её развития.

$$N_{C_k}^B = 5880 \cdot 1,27 = 7468 \text{ (обращений).}$$

Таблица 14 – Прогнозируемый спрос

№	Удовлетворенный спрос по СТО	Спрос, прогнозируемый экспертами			
		№ экспертов			
		1	2	3	4
1	1705	1876	2217	2387	2217
2	1500	2100	1800	1800	2100
3	875	963	1400	963	1138
4	1800	2340	2880	1980	1980
Итого	5880	7279	8297	7130	7435

Среднее значение прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\bar{N}_k^B = \frac{\sum_{C_k=1}^{G_k} N_{C_k}^B}{G_k} \quad (22)$$

где G_k - количество экспертов k -й СТО.

$$\bar{N}_k^B = \frac{1876 + 2217 + 2387 + 2217}{4} = 2174 \text{ (заездов).}$$

$$\bar{N}_k^B = \frac{2100 + 1800 + 1800 + 2100}{4} = 1950 \text{ (заездов).}$$

$$\bar{N}_k^B = \frac{963 + 1400 + 963 + 1138}{4} = 1116 \text{ (заездов).}$$

$$\bar{N}_k^B = \frac{2340 + 2880 + 1980 + 1980}{4} = 2295 \text{ (заездов).}$$

Среднее значение спроса, приходящегося на 1 СТО рассматриваемого региона:

$$\bar{N}^B = \frac{\sum_{k=1}^K N_k^B}{K}, \quad (23)$$

$$\bar{N}^B = \frac{2174 + 1950 + 1116 + 2295}{4} = 1884 \text{ (заездов).}$$

Среднеквадратичное отклонение среднего прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\sigma(\bar{N}^B) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (\bar{N}_k^B - \bar{N}^B)^2}{K - 1}} \quad (24)$$

$$\begin{aligned}\sigma(\bar{N}^B) &= \sqrt{\frac{(2174 - 1884)^2 + (1950 - 1884)^2 + (1116 - 1884)^2 + (2295 - 1884)^2}{4 - 1}} \\ &= 307 \text{ (обращений)}\end{aligned}$$

Общее возможное (прогнозируемое) количество заездов на существующие СТО региона с учётом их развития:

$$M_B = \bar{N}^B K \quad (25)$$

$$M_B = 1884 \cdot 4 = 7536 \text{ (обращений)}$$

Полные результаты расчёта представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Оценка спроса на услуги автосервиса на перспективу

№ СТО	Удовлетвор. Спрос по СТО M_{yk}	Спрос, прогнозируемый экспертами $N_{C_k}^B$				Среднее значение прогно- з. Спроса по действую- щим СТО N_k^B	Средне- е значе- ние прогно- з. Спроса по СТО \bar{N}^B	Средне- квадр. Отклоне- ние спроса $\sigma(\bar{N}^B)$	Общее прогноз. Кол-во заездов на дейстv. СТО региона M_e
		1	2	3	4				
1	1705	1876	2217	2387	2217	2174	1884	307	7536
2	1500	2100	1800	1800	2100	1950			
3	875	963	1400	963	1138	1116			
4	1800	2340	2880	1980	1980	2295			
Итого	5880	7279	8297	7130	7435				

1.3.4 Прогнозирование спроса на услуги автосервиса в регионе проектируемой СТО (4-й этап)

Исходные данные:

- среднее значение удовлетворённого спроса по рассмотренным действующим СТО региона $\bar{N}^B=1884$ (обращений);
- среднее квадратичное отклонение спроса $\sigma(\bar{N}^B)=307$ (обращений).

Коэффициент вариации N^B :

$$\nu(N^B) = \frac{\sigma(N^B)}{\bar{N}^B} \quad (26)$$

$$\nu(N^B) = \frac{307}{1884} = 0,16$$

Значение $\nu(N^B) = 0,16$ показывает, что распределение годового числа заездов автомобилей на СТО может быть описано в виде нормального закона распределения случайной величины.

Задаваясь вероятностью α того, что при $\bar{N}^B=1884$ обращений в год, спрос на услуги не превысит величины \tilde{N}^B , находим его верхнее значение:

$$\tilde{N}^B = \bar{N}^B \pm Z_\alpha \sigma(\bar{N}^B) \quad (27)$$

При этом может иметь место частичное недоиспользование мощности проектируемой СТО.

В выражении (27) Z_α - нормированная случайная величина для задаваемой вероятности α . Обычно значение вероятности α задаётся в диапазоне от 0,8 до 0,95. Для $\alpha=0,9$ табулированное значение $Z_\alpha=1,28$. Таким образом, для $\alpha=0,9$, \tilde{N}^B будет равно:

$$\tilde{N}^B = 1884 + 1,28 \cdot 307 = 2277 \Rightarrow \bar{N}_3 = 2277 \text{ (заездов).}$$

Таким образом для данных условий гарантируемый спрос на услуги для проектируемой СТО может быть принят по верхней границе в размере до 2277 обращения (заезда) в год.

Условно прикрепляемое количество автомобилей к проектируемой СТО:

$$A_j^* = \frac{\bar{N}_3}{(\bar{L}_\Gamma / \bar{L}_-) \beta}, \quad (28)$$

где \bar{L}_Γ – средневзвешенный годовой пробег автомобилей на временной период $i=2$, т.е. на перспективу.

$$A_j^* = \frac{2277}{(10,284/9) * 0,9} = 2214 \text{ (автомобилей)}$$

Среднее число заездов одного автомобиля j -й модели на СТО в год:

$$\bar{d}_j = \frac{\bar{N}_{3j}}{A_j^*} \quad (29)$$

Для автомобилей марки Opel параметр равен

$$\bar{d}_1 = \frac{2277}{2214} = 1,03 \text{ (заездов в год)}$$

Таблица 16 – Прогнозируемый спрос на услуги автосервиса для проектируемой СТО

Гарантированный спрос, \bar{N}_3	Условно прикрепляемое количество автомобилей к СТО, A_{Σ}^*	Среднее число заездов одного автомобиля, \bar{d}
2277	2214	1,03

1.3.5 Результаты обоснования спроса на услуги автосервиса и целесообразности создания СТО в рассматриваемом регионе

Результаты проведенного маркетингового анализа позволяют сделать следующие выводы:

- 1) прогноз потребности в услугах на СТО региона показывает, что к 2020 году ее объем составит порядка 10284 обращений в год;
- 2) общее прогнозируемое количество заездов на действующие СТО региона к 2020 году с учетом их роста пропускной способности (в результате их развития) составит до 2214 обращений;
- 3) вышеотмеченные показатели указывают на нецелесообразность строительства новой СТО в рассматриваемом регионе на 2277 заездов (обращений) в год по верхней доверительной границе. Так как при этом будет наблюдаться существенный риск роста конкуренции со стороны дополнительно создаваемых с сопоставимой мощностью СТО. В данном случае может быть принято решение о расширенее существующей системы СТО.

2 Анализ характерных неисправностей автомобиля Opel Astra J

2.1 Технические характеристики автомобиля Opel Astra J

Opel Astra J – переднеприводной автомобиль С-класса. Линейка двигателей представлена бензиновыми двигателями: 1.4 turbo (140 л. с.), 1.6 – Z16XER (115 л. с.), 1.8 Z18XER, A18XER (140 л. с.). Трансмиссия представлена 5-ти ступенчатой механической коробкой переключения передач F17-5 или 6-ти ступенчатым автомат AF40-6. Подвеска – передняя независимая, пружинная McPherson, со стабилизатором поперечной устойчивости, с гидравлическими стойками. Сзади – пружинная, полунезависимая, со стабилизатором поперечной устойчивости.

Выпуск первых Opel Astra J начался в 2009 году.

2.2 Характерные неисправности Opel Astra J

В результате сбора и анализа информации из электронных ресурсов [7] были выявлены основные неисправности автомобиля Opel Astra J. Выявленные неисправности представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Характерные неисправности Opel Astra J

Система – агрегат	Неисправность и ее проявление	Причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Двигатель	«Дизельный» звук при работе двигателя от механизма (муфт CVCP) изменения фаз газораспределения (60 тыс.км.)	Износ деталей системы CVCP вследствие засорения масляного канала, как правило, в области гидравлических управляющих клапанов с электромагнитным приводом системы CVCP	Замена муфт и гидравлических управляющих клапанов с электромагнитным приводом системы CVCP

Продолжение таблицы 17

Система – агрегат	Неисправность и ее проявление	Причина возникновения неисправности	Способ устранения неисправности
Термостат системы охлаждения	Течь термостата в области уплотнительной прокладки (20-50 тыс.км)	Термостат состоит из 2-х частей: металлической и пластиковой. Именно из-за пластиковой части в процессе эксплуатации нарушается герметичность термостата	Замена пластиковой части и (или) уплотнительной прокладки термостата
	Постоянно работающий вентилятор системы охлаждения не зависит от температуры охлаждающей жидкости	Отказ нагревательного элемента термостата	Замена нагревательного элемента термостата
Теплообменник масляной системы двигателя	Течь масла с теплообменника, попадание масла в систему охлаждения	Потеря герметичности уплотнителей теплообменника	Замена уплотнителей теплообменника
Наконечники рулевых тяг	Повышенный люфт и стук в наконечниках рулевых тяг (30 тыс.км)	Качество изготовления наконечников рулевых тяг	Замена наконечников рулевых тяг
Стойки стабилизатора поперечной устойчивости	Биение шарнирного соединения стойки стабилизатора	Конструктивная особенность (применение полимерных материалов взамен металлических)	Замена стойки стабилизатора поперечной устойчивости

Из списка характерных неисправностей автомобиля Opel Astra J более подробно рассмотрим неисправность системы CVCP.

2.3 Устройство и принцип работы системы CVCP (Continuous Variable Camshaft Phasing)

Система CVCP (Continuous Variable Camshaft Phasing) – система регулирования фаз газораспределения. Как любая система управления CVCP имеет в своем составе набор датчиков, блок управления двигателем и исполнительные механизмы.

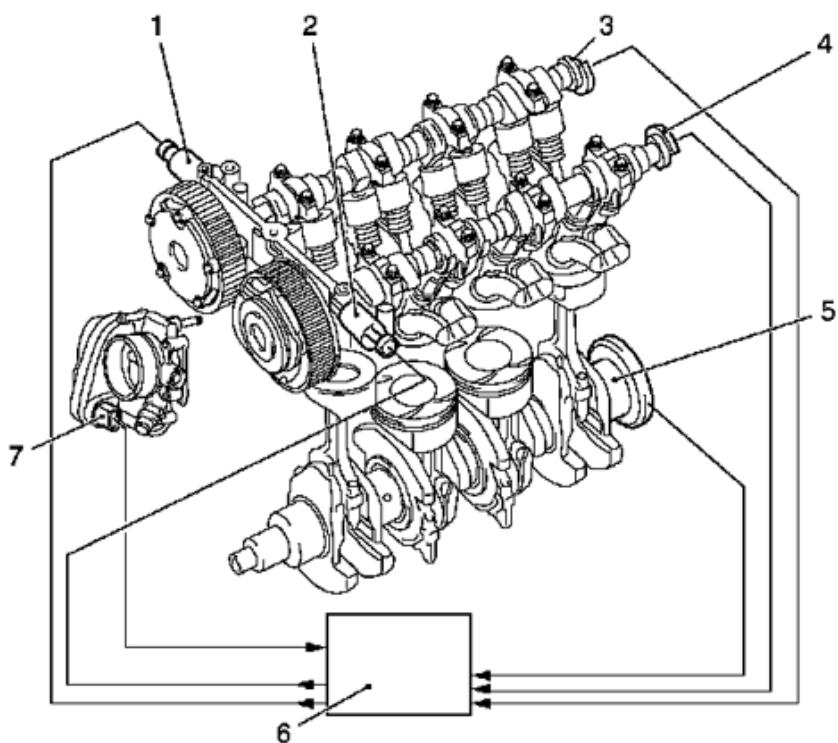


Рисунок 5 – Система CVCP (Continuous Variable Camshaft Phasing)

1 – Гидравлический управляющий клапан с электромагнитным приводом - впускной распределительный вал; 2 – гидравлический управляющий клапан с электромагнитным приводом – выпускной распределительный вал; 3 – датчик положения впускного распределительного вала; 4 – датчик положения выпускного распределительного вала; 5 – датчик положения коленчатого вала; 6 – контроллер системы управления двигателем; 7 – корпус дроссельной заслонки.

Основным исполнительным элементом системы CVCP являются регуляторы распределительных валов. Конструктивно механизм выполнен в шкиве распределительного вала. Центральная часть шкива жестко соединена с распределительным валом, а зубчатый шкив имеет некоторую степень свободы. Степень его перемещения относительно центральной части и соответственно распределительного вала, ограничивается камерой, которая разделена лепестком. Подавая масло в одну часть камеры, и сливая его из другой, можно менять положение зубчатого шкива относительно распределительного вала и таким образом изменять фазы открытия и закрытия клапанов.

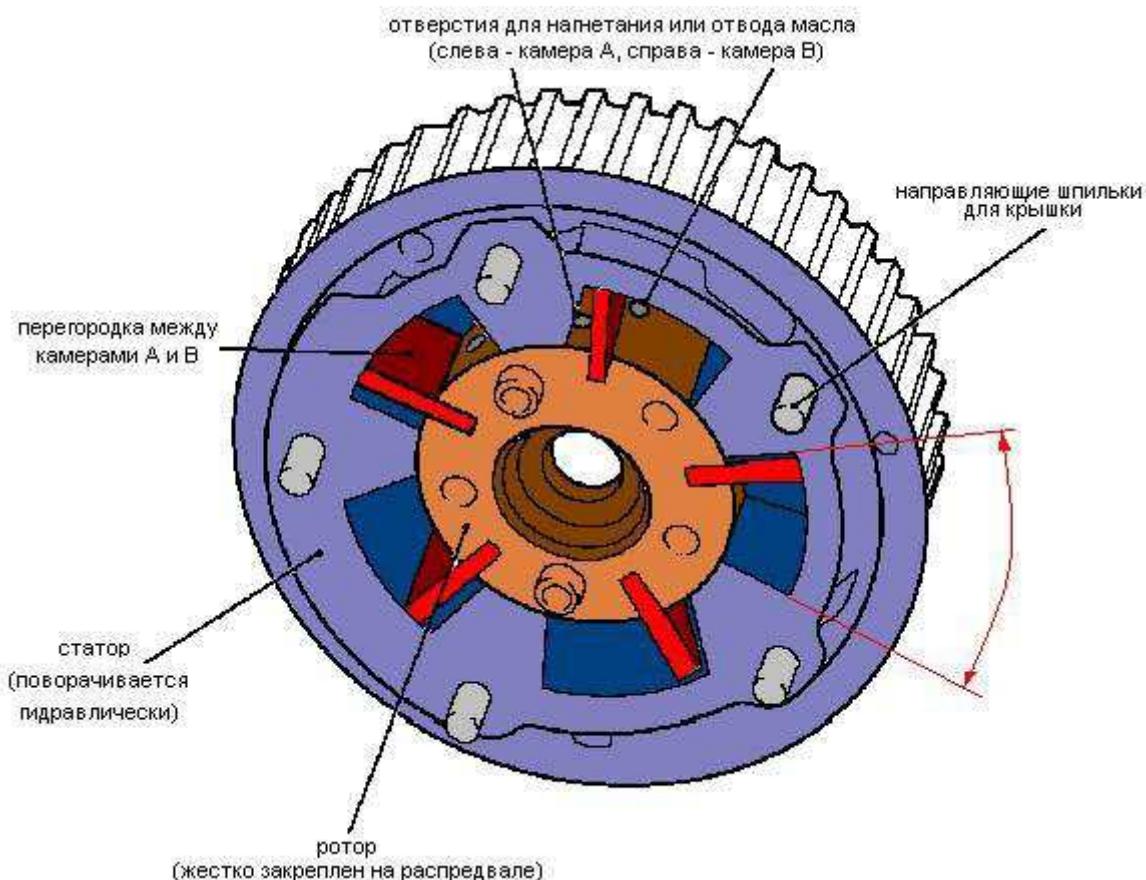


Рисунок 6 – Внутреннее строение муфты CVCP

Решающее значение для нормального функционирования системы CVCP имеет непрерывная подача масла из масляного контура двигателя.

Моторное масло подается по собственному масляному каналу непосредственно от масляного насоса на опорный мостик распределительных валов. В опорных мостиках распределительных валов находится по одному электромагнитному клапану для каждого регулируемого распределительного вала, который направляет поток масла в соответствующие каналы каждого регулятора распределительного вала, чтобы заполнить камеры "A" или "B" соответствующего регулятора, опорожнить их, или же герметично перекрыть все соединения, благодаря чему поддерживается текущее заданное положение распределительного вала.

Поток масла в соответствующую камеру "B" регулятора распределительного вала протекает по буртику крепежного винта. Поток масла в соответствующую камеру "A" регулятора распределительного вала протекает по отдельным, децентрализовано расположенным по оси отверстиям. Посредством наполнения или, соответственно, опорожнения масляных камер регулятора распределительного вала на стороне впуска или выпуска изменяется положение диаграммы перемещения клапанов.

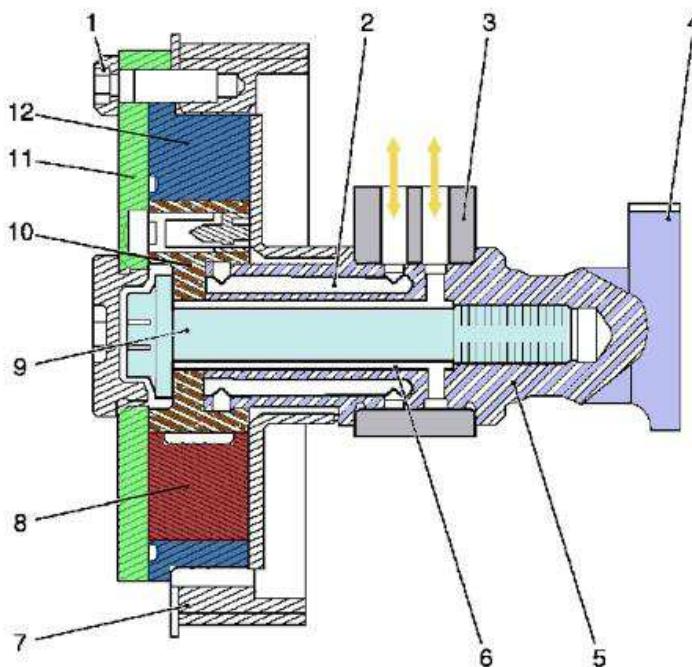


Рисунок 7 – Муфта CVCP в разрезе

1 – Крепежный винт крышки регулятора распределительного вала; 2 – масляный канал камеры "A" регулятора распределительного вала; 3 – опорный мостик распределительного вала; 4 – кулачок распределительного вала; 5 – распределительный вал; 6 – масляный канал камеры "B" регулятора распределительного вала; 7 – зубчатое колесо зубчатого ремня; 8 – разделительный элемент между камерами "A" и "B"; 9 – крепежный винт регулятора распределительного вала; 10 – ротор; 11 – крышка регулятора распределительного вала; 12 – статор.

2.4 Анализ неисправностей системы изменения фаз газораспределения CVCP

В результате анализа информации, взятой с форумов владельцев автомобилей «Opel» [7] о некорректной работе, либо отказе системы изменения фаз газораспределения CVCP выявлено, что некорректная работа системы CVCP проявляется при пробегах автомобилей 50-60 тыс.км.

Одной из причин данной неисправности является «масляное голодание» муфты системы изменения фаз газораспределения вследствие засорения масляного канала, как правило, в области сетчатого фильтра гидравлических управляющих клапанов с электромагнитным приводом (рисунок 8).



Рисунок 8 – Засорение сетчатого фильтра клапана

Бытует мнение и так же есть рекомендация от GM о том, что нужно после обкатки снимать сетчатые фильтры с гидравлических клапанов. Инженеры GM считали, что они уже не нужны после обкатки. Отчасти данная процедура помогает в устраниении симптомов «дизеления», однако после снятия сетчатого фильтра клапана не редко происходит его заклинивание и, как следствие, отказ (рисунок 9).



Рисунок 9 – Заклинивание гидравлического клапана куском стружки от шестерни

Выявляются данные неисправности путем диагностики систем двигателя. Самый простой способ диагностики – органолептический. При нарушении работы системы регулирования фаз газораспределения слышен характерный шум при работе двигателя – «дизельный рокот».

Также данной неисправности характерны следующие ошибки:

1. Ошибки по клапанам фазорегулятора:

P0010 – Высокое напряжение цепи силового каскада синхронизации впускного распределительного вала;

P0010 – Низкое напряжение цепи силового каскада синхронизации впускного распределительного вала;

P0010 – Обрыв цепи силового каскада синхронизации впускного распределительного вала;

P0013 – Высокое напряжение цепи силового каскада синхронизации выпускного распределительного вала;

P0013 – Низкое напряжение цепи силового каскада синхронизации выпускного распределительного вала;

P0013 Обрыв цепи силового каскада синхронизации выпускного распределительного вала.

2. Ошибки по шестерням фазорегулятора:

P0011 64 – Неисправность механической синхронизации выпускного распределительного вала;

P0011 61 – Механическая синхронизация выпускного распределительного вала вне диапазона рабочих характеристик;

P0011 66 – Позиция механической синхронизации выпускного распределительного вала вне диапазона рабочих характеристик (ряд 1);

P0014 64 – Неисправность механической синхронизации выпускного распределительного вала;

P0014 61 – Механическая синхронизация выпускного распределительного вала вне диапазона рабочих характеристик;

P0014 66 – Позиция механической синхронизации выпускного распределительного вала вне диапазона рабочих характеристик.

Последовательность выявления и устранения данной неисправности:

1. Короткотечный звук (1 – 1.5 секунды) при запуске мотора еще не свидетельствует о неисправности системы.

2. Также необходимо убедиться в общей исправности системы смазки. Качество масла и рабочая вязкость должны соответствовать спецификации. Интервал замены масла не должен быть превышен.

3. Фильтрующие сеточки в управляющих клапанах должны быть очищены от отложений шлама. Сами клапаны должны сохранять подвижность.

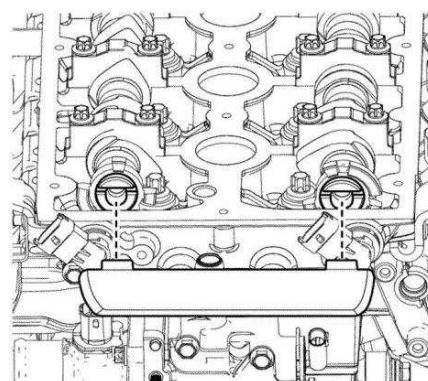
4. Если при работе двигателя все же слышны ударные звуки из области муфт, то, скорее всего, они повреждены и необходима их замена. Рекомендуется объединить эту работу с заменой ремня ГРМ, гидравлических

управляющих клапанов с электромагнитным приводом и сальников распределительных валов.

Если своевременно не произвести замену неисправных муфт, то в дальнейшем это приведет к течи сальников распределительных валов. Вследствие этого произойдет замасливание ремня ГРМ и его проскачивание на несколько зубьев, либо полное срезание зубьев, что приведет к повреждению впускных и выпускных клапанов, а как следствие к полному отказу двигателя.

Технологический процесс замены муфт системы регулирования фаз газораспределения CVCP представлен в таблице 18.

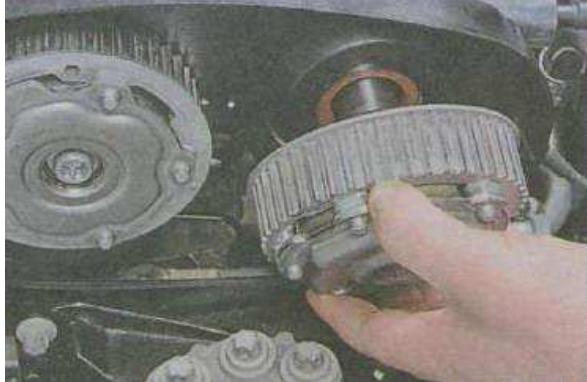
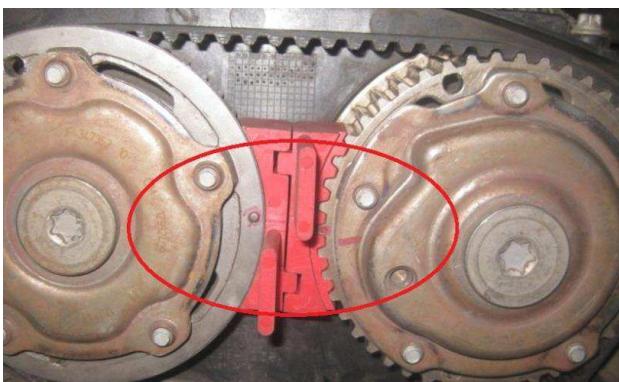
Таблица 18 – Технологический процесс замены муфт системы регулирования фаз газораспределения CVCP

№ п.п.	Операция	Изображение
1	Установить автомобиль на подъемник	
2	Демонтировать защиту картера двигателя, часть правого подкрылка, ремень привода агрегатов, корпус воздушного фильтра, клапанную крышку	
3	Зафиксировать распределительные валы с помощью специального приспособления	

Продолжение таблицы 18

№ п.п.	Операция	Изображение
4	Демонтировать шкиф коленчатого вала, пластиковую защиту ремня ГРМ	
5	Демонтировать верхнюю правую опору двигателя	
6	Ослабить натяжитель и снять ремень ГРМ	
7	Открутить болты крепления муфт к распределительным валам	

Окончание таблицы 18

№ п.п.	Операция	Изображение
8	И демонтировать муфты	
9	Заменить сальники распределительных валов	
10	<p>Сборку осуществить в обратном порядке, при этом при установке муфт установить их и зафиксировать с помощью специального приспособления таким образом, чтобы метки на них были направлены друг на друга.</p> <p>Затяжку болтов крепления муфт осуществить с моментом 50 Н·м и далее довернуть болты на 60°.</p> <p>Обязательно использовать новые болты.</p>	

В ходе анализа информации о неисправностях системы регулирования фаз газораспределения CVCP было выявлено, что для решения данной проблемы необходимо применение моторного масла соответствующей

спецификации, а также сокращения временного интервала между его заменами.

Также для увеличения ресурса элементов системы CVCP предлагается внести в существующий перечень регламентных работ по техническому обслуживанию автомобилей OPEL обязательную промывку масляных каналов системы от смольных отложений со снятием гидравлических управляющих клапанов с электромагнитным приводом и очистки их сетчатых фильтров от загрязняющих элементов износа двигателя.

Промывка системы является не трудоемким процессом и ее стоимость (порядка 1500 рублей) не соизмерима со стоимостью новых деталей системы CVCP и их замены (стоимость комплекта муфт, гидравлических клапанов и сопутствующих деталей, порядка, 30000 рублей [8]).

3 Оценка эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования

3.1 Общий подход: анализ эффективности технологического оборудования на основе имитационного моделирования

Очевидно, что оценка эффективности и конкурентоспособности образцов технологического оборудования должна проводиться на основе анализа показателей их функционирования, полученных в идентичных условиях эксплуатации. Учитывая, что организация такого натурного эксперимента для полусотни образцов оборудования одного и того же назначения могла бы занять большое количество времени и материальных ресурсов, автором предлагается решать эту задачу с использованием элементов имитационного моделирования. Для этого необходимо создать виртуальный пост (участок, зону) ТО и Р автомобилей и, имитируя на нем выполнение конкретного технологического процесса с некоторой производственной программой, определять показатели эффективности поста с использованием тех или иных образцов оборудования.

Согласно квалиметрическому подходу показателем качества технологического оборудования (технического уровня, конкурентоспособности и эффективности) будет комплексный коэффициент качества, который определяется как сумма произведений оценок показателей свойств на коэффициенты весомости этих свойств.

Для оценки эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования осуществляется выбор и иерархическая классификация показателей технологического оборудования, расчет и нормирование оценок показателей свойств, определение весовых коэффициентов, расчет комплексного показателя качества и ранжирование по нему образцов оборудования.

Для получения информации по комплексному показателю K_{kj} необходимо ориентироваться на какой-то показатель эффективности, например на прибыль, полученную от использования технологического оборудования за весь установленный срок службы, а также иметь информацию по условиям эксплуатации (загрузка оборудования, обслуживаемые автомобили и др.).

Прибыль от реализации технологического процесса ТО и Р автомобилей с применением рассматриваемого технологического оборудования будут формировать все свойства этого технологического оборудования.

В качестве примера оценки эффективности и конкурентоспособности технологического оборудования рассмотрим динамометрические ключи, эксплуатируемые на посту ТО. Исходный массив оцениваемых динамометрических ключей представлен в таблице 19.

3.2 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности динамометрических ключей

Обоснование исходных данных в общем случае необходимо начинать с выбора и иерархической классификации показателей динамометрических ключей. Так, для них основными простыми и измеряемыми свойствами, влияющими на эффективность использования и отражаемыми в технической документации производителей являются: диапазон измерений, Н·м; минимальное усилие, Н·м ; масса, кг.; длина, мм.

Таблица 19 – Массив исследуемых динамометрических ключей и их характеристики

Наименование	Диапазон измерений, Н·м	Минимальное усилие, Н·м	Масса, кг	Длина, мм	Цена, руб
AIST 16064200	203	1	0,796	365	1980
AIST 16113100	85	15	1,01	365	3220

Продолжение таблицы 19

Наименование	Диапазон измерений, Нм	Минимальное усилие, Нм	Масса, кг	Длина, мм	Цена, руб
AIST 16114200	150	50	1,79	508	4430
AIST 16034350	280	70	2,95	633	6870
AIST 16035700	600	100	7,5	1063	20130
AIST 16025800N-24	650	150	7,4	1234	38170
BERGER BG-12	182	28	2	535	2128
BERGER BG-13STW	182	28	2	470	3290
KRAFTOOL 55306	160	40	0,53	355	4440
OMBRA A90013	168	42	1,6	365	3640
OMBRA A90014	300	50	2	365	5080
HAZET 5122-1CT	160	40	1,212	505	21300
HEYCO HE-00794000080	100	20	0,7	380	30000
JONNESWAY T08700N	560	140	7,55	1095	29780
КОБАЛЬТ 649-691	168	42	1,5	365	3000
SKRAB 44152	168	42	1,5	435	4530
КМШ-140	140	1	0,3	400	540
Сорокин 1.31	168	42	1,3	490	2600

Зададимся условиями на участке ТО и ТР: количество смен – 2; продолжительность смены – 8ч.; количество рабочих дней в году – 305.

При обосновании загрузки поста рассматриваем случай при полной загрузке поста с использованием одного из представленных видов оборудования.

3.3 Экономическая модель оценки эффективности использования динамометрических ключей

При оценке эффективности и конкурентоспособности динамометрических ключей будем ориентироваться на съем чистой продукции, т. е. на прибыль от реализации технологических процессов на посту с применением рассматриваемого оборудования.

Итак, прибыль (руб.) от использования динамометрических ключей составит:

$$\Pi(j) = \Delta(j) - 3(j), \quad (30)$$

где $\Pi(j)$ – прибыль от эксплуатации j -го образца;

$\Delta(j)$ – доходы от эксплуатации j -го (от реализации на посту технологических процессов ТО и Р автомобилей с применением рассматриваемого ключа);

$3(j)$ – затраты, связанные с эксплуатацией j -го (с реализацией технологических процессов ТО и Р автомобилей с применением рассматриваемого ключа).

Доходы (руб.) от использования домкрата в общем случае могут быть определены следующим образом:

$$\Delta(j) = T(j)_{\text{обсл.год}} \cdot C_{\text{чел.-ч}} \quad (31)$$

где $T(j)_{\text{обсл.год}}$ – годовая трудоемкость обслуживания автомобилей с использованием j -го ключа;

$C_{\text{чел.-ч}}$ – стоимость нормо-часа.

Общие затраты, связанные с эксплуатацией домкрата, определяют по формуле:

$$3(j) = 3(j)_{\text{покуп}} + 3(j)_{\text{ФОТ}} + 3(j)_{\text{общ}} + 3(j)_{\text{аморт}} + 3(j)_{\text{ТОиР}} \quad (32)$$

где $3(j)_{\text{покуп}}$ – затраты, связанные с покупкой j -го динамометрического ключа (цена производителя и доставка);

$3(j)_{\text{ФОТ}}$ – затраты, связанные с отчислениями на заработную плату персонала при работе поста, оборудованного j -м ключом;

$3(j)_{\text{общ}}$ – общехозяйственные затраты (на освещение, воду, повышение квалификации персонала поста, оснащенного j -м ключом);

$3(j)_{\text{аморт}}$ – амортизационные отчисления (15 % от стоимости оборудования) j -го ключа;

$3(j)_{\text{ТОиР}}$ – отчисления на ТО и Р оборудования (4 % от стоимости оборудования) j -го ключа.

3.4 Пример расчета эффективности поста, оснащенного динамометрическим ключом Кобальт 649-691

Трудоемкость (чел.-ч) технологического процесса замены муфт-фазорегуляторов будет складываться из следующих составляющих:

$$T(j)_{\text{ТП}} = \sum n(k) \cdot T(k) \quad (33)$$

где $n(k)$ – количество автомобилей;

$T(k)$ – трудоемкость выполнения работ

Одному рабочему необходимо затратить 1,6 часа для замены муфт-фазорегуляторов, то трудоемкость равна 1,6 чел.-ч.

Суточная программа (чел.-ч) по затяжке муфт с применением динамометрического ключа КОБАЛЬТ 649-691.

Так как трудоемкость замены фуст фазорегуляторов составляет 1,6 чел-ч, то за 16 часов работы поста можно произвести 10 замен.

$$T(j)_{\text{ТП}} = 10 \cdot 1,6 = 16 \text{ чел.-ч.}$$

Годовая трудоемкость работ поста, (чел.-ч/год)

$$T(j)_{\text{год}} = T(j)_{\text{TP}} \cdot D_{\text{р.г}} \quad (34)$$

где $D_{\text{р.г}}$ – количество рабочих дней в году (305 дней).

$$T(j)_{\text{год}} = 16 \cdot 305 = 4880 \text{ чел.-ч/год.}$$

Нормативный фонд рабочего времени поста определяется с учетом следующих составляющих:

Количество рабочих дней в году – 305.

Нормированная продолжительность смены – 8ч., тогда номинальный фонд рабочего времени составляет:

$$\text{НФРВ} = 305 \cdot 8 \cdot 2 = 4880 \text{ ч.}$$

Численность рабочих на посту:

$$N_p = \frac{T(j)_{\text{год}}}{\text{ПФРВ}} \quad (35)$$

$$N_p = 4880 / 4880 = 1 \text{ чел.}$$

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе «Отраслевого тарифного соглашения» [12]. Базовый размер оплаты труда 1 квалификации 2016 года составляет 6204 руб. тарифный коэффициент рабочего составляет – 1,9; районный коэффициент и коэффициент непрерывного стаж работы в данном месте – 1,5.

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = 6204 \cdot 1.9 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 12 = 212176,8 \text{ руб.}$$

Средняя зарплата одного рабочего

$$3\Pi_{cp} = \frac{\Phi OT_{год}}{N_p \cdot 12} = \frac{212176,8}{1 \cdot 12} = 17681,4 \text{ руб.}$$

Начисления на ФОТ ($H_{ФОТ}$) – 27,1 %, в том числе:

- Отчисления на обязательное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний – 1,1%;
- Отчисления в Пенсионный фонд и Фонд медицинского страхования при общей системе налогообложения – 26%.

$$H_{ФОТ} = \Phi OT \cdot H_{отч} = 212176,8 \cdot 0,271 = 57500 \text{ руб.}$$

Расходы по охране труда и технике безопасности принимаются по нормативу на одного работающего в год – 200 руб./чел.

$$P_1 = 200N_p = 200 \cdot 1 = 200 \text{ руб./чел}$$

Расходы на отопление принимаются по нормативу на одного работающего в год – 200 руб./чел., тогда

$$P_2 = 200N_p = 200 \cdot 1 = 200 \text{ руб./чел}$$

Расходы на освещение определяются по формуле (36).

$$P_{осв} = S_{поста} \cdot Q_{осв} \cdot T_{см} \cdot \Delta_{р.г} \cdot \Gamma \quad (36)$$

где $S_{поста}$ – площадь поста, примем 42,6 площадь участка ТО и Р;

$Q_{осв}$ – расход осветительной электроэнергии (норматив для производственных помещений в основное время – 13 Вт/м² и в межсменное время – 7 Вт/м²);

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

Π – стоимость осветительной электроэнергии (2.237 руб./(кВт·ч))

Тогда расходы на освещение в основное время составят:

$$P_{\text{осв.осн}} = 42,6 \cdot 0,013 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 305 \cdot 2,237 = 6045,6 \text{ руб.}$$

Расходы на освещение в межсменное время:

$$P_{\text{осв.межсмен}} = 42,6 \cdot 0,007 \cdot 8 \cdot 305 \cdot 2,237 = 1627,7 \text{ руб.}$$

Общие расходы на освещение в год:

$$P_3 = 6045,6 + 1627,7 = 7673,3 \text{ руб./год.}$$

Расходы на воду определяют по питьевой и сточной воде. Норматив расхода питьевой воды $Q_{\text{вод}} = 15 \text{ л/день}$ на одного рабочего. Тогда расходы на питьевую воду в год составят

$$P_{\text{в.п}} = Q_{\text{вод}} \cdot N_p \cdot D_{\text{пр.г}} \cdot \Pi_{\text{в.п}} \quad (37)$$

где $\Pi_{\text{в.п}} = 8,288 \text{ руб./м}^3$ – цена воды без НДС.

$$P_{\text{в.п}} = 15 \cdot 1 \cdot 305 \cdot 8,288 / 1000 = 37,9 \text{ руб.}$$

Цена сточной воды составляет 5,627 руб./м³ без НДС. Тогда расходы на сточную воду для поста замены муфт:

$$P_{\text{в.п}} = 15 \cdot 1 \cdot 305 \cdot 5,627 / 1000 = 25,7 \text{ руб.}$$

Общие расходы на воду в год:

$$P_4 = 37,9 + 25,7 = 63,6 \text{ руб./год.}$$

Расходы на противопожарные мероприятия принимаются по нормативу на одного работающего в год – 200 руб. /чел.:

$$P_5 = 200N_p = 200 \cdot 1 = 200 \text{ руб./чел}$$

Расходы на подготовку и повышение квалификации составляют 2.5% от фонда оплаты труда:

$$P_6 = 212762,8 \cdot 0.025 = 5319,07 \text{ руб.}$$

Отчисления на содержание и ремонт оборудования составляют 4 % от стоимости оборудования в год:

$$P_7 = 3000 \cdot 0.04 = 120 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию оборудования составляют 15 % от стоимости оборудования:

$$A_{об} = 3000 \cdot 0.15 = 450 \text{ руб.}$$

Итого общехозяйственные расходы:

$$P_{общ} = P_1 + P_2 + P_4 + P_5 + P_6$$

$$P_{общ} = 200 + 200 + 63,6 + 200 + 5319,07 = 5982,67 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Калькуляция себестоимости поста

Статьи затрат	Затраты, руб.
ФОТ	212176,8
Отчисления на социальные нужды	57500
Ремонтный фонд ключа	120

Продолжение таблицы 20

Статьи затрат	Затраты, руб.
Амортизационные отчисления на оборудование	450
Осветительная электроэнергия	7673,3
Общехозяйственные расходы	5982,67
ИТОГО (эксплуатационные затраты за год)	283902,77

Приведенные затраты поста определяем по формуле (38).

$$Z_{\text{пр}} = Z + E_h \cdot KB \quad (38)$$

где Z – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

E_h – нормативный коэффициент эффективности (с учетом ставки рефинансирования, установленной Центробанком РФ, коэффициента инфляции по годам и показателя степени риска принимаем $E_h=0.33$);

KB – капитальные вложения, руб.

$$Z_{\text{пр}} = 283902,77 + 0.33 \cdot 3000 = 284892,77 \text{ руб./год}$$

Годовой доход от использования динамометрических ключей:

$$D(j) = T(j)_{\text{год}} \cdot C_{\text{чел.-ч}} \quad (39)$$

где $T(j)_{\text{год}}$ – годовая трудоемкость поста;

$C_{\text{чел.-ч}}$ – стоимость одного чел.-ч, $C_{\text{чел.-ч}}=100$ руб./(чел-ч).

$$D(j) = 4880 \cdot 100 = 488000 \text{ руб.}$$

Общая прибыль поста:

$$\Pi_{\text{общ}} = \Delta(j) - 3_{\text{пр}} \quad (40)$$

$$\Pi_{\text{общ}} = 488000 - 284893 = 203107 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль поста определяется уменьшением общей прибыли на 20 % :

$$\Pi_{\text{ч.год}} = \Pi_{\text{общ}} - 0.2\Pi_{\text{общ}} \quad (41)$$

$$\Pi_{\text{ч.год}} = 203107 \cdot 0.8 = 162485,6 \text{ руб.}$$

Таким образом, мы рассчитали чистую годовую прибыль от эксплуатации динамометрического ключа. За нормативный срок эксплуатации динамометрического ключа (5 лет) чистую прибыль примем равной 812 428 руб.

Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей.

3.5 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества динамометрических ключей

Для расчета весовых коэффициентов и комплексного показателя качества проводим подготовительные операции. Производим нормирование оценок показателей свойств каждого динамометрического ключа по исходным данным таблицы 19. Предварительно, исходя из диапазонов изменения параметров, назначаем значения $q_i^{бп}$ и $q_i^{эт}$ (брakovочное и эталонное значения показателей i-х свойств динамометрических ключей) и сводим их в таблице 21.

Таблица 21 – Браковочное и эталонное значение показателей

Показатели	Диапазон измерений, Нм	Минимальное усилие, Нм	Масса, кг	Длина, мм
Браковочные	84	165	7,99	1255
Эталонные	690	0,11	0,22	244

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij} - q_i^{\text{бр}}}{q_i^{\text{эт}} - q_i^{\text{бр}}} \quad (42)$$

где K_{ij} – относительный показатель i -го свойства j -го варианта объекта;

$q_i^{\text{эт}}$ и $q_i^{\text{бр}}$ – соответственно браковочное и эталонное значение i -го показателя.

Нормированные значения показателей свойств динамометрических ключей заносим в таблицу 22.

Найденную прибыль за весь нормативный срок эксплуатации ключа модели Кобальт 649-691 заносим в столбец 6 таблицы 22. Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей и построчно сводим их в тот же столбец. Таким образом, получаем исходный массив для вычисления весовых коэффициентов свойств динамометрических ключей.

Для нахождения весовых коэффициентов свойств расчетную прибыль (столбец 6 таблицы 22) будем подставлять в правую часть уравнений системы. В левую часть уравнений построчно подставляем нормированные значения оценок показателей свойств таблицы 22. Решаем систему, в которой количество уравнений равно количеству исследуемых моделей, т. е. числу строк таблицы 22.

Таблица 22 – Нормативные значения показателей свойств динамометрических ключей и прибыль от их использования за 5 лет

Наименование	Диапазон измерений, Нм	Минимальное усилие, Нм	Масса, кг	Длина, мм	Прибыль за 5 лет, руб.
AIST 16064200	0,196	0,995	0,926	0,880	815550,5
AIST 16113100	0,002	0,910	0,898	0,880	811971,3
AIST 16114200	0,109	0,697	0,798	0,739	809454,5
AIST 16034350	0,323	0,576	0,649	0,615	804379,3
AIST 16035700	0,851	0,394	0,063	0,190	776798,5
AIST 16025800N-24	0,934	0,091	0,076	0,021	739275,3
BERGER BG-12	0,162	0,831	0,771	0,712	814242,7
BERGER BG-13STW	0,162	0,831	0,771	0,776	811825,7
KRAFTOOL 55306	0,125	0,758	0,960	0,989	809433,7

OMBRA A90013	0,139	0,746	0,822	0,880	811097,7
OMBRA A90014	0,356	0,697	0,771	0,880	808102,5
HAZET 5122-1CT	0,125	0,758	0,872	0,742	774364,9
HEYCO HE-00794000080	0,026	0,879	0,938	0,865	756268,9

Продолжение таблицы 22

Наименование	Диапазон измерений, Нм	Минимальное усилие, Нм	Масса, кг	Длина, мм	Прибыль за 5 лет, руб.
JONNESWAY T08700N	0,785	0,152	0,057	0,158	756726,5
КОБАЛЬТ 649-691	0,139	0,746	0,835	0,880	812428,9
SKRAB 44152	0,139	0,746	0,835	0,811	809246,5
КМШ-140	0,092	0,995	0,990	0,846	813545,7
Сорокин 1.31	0,139	0,746	0,861	0,757	813260,9

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН». Результаты решения системы уравнений представлены в таблице 23.

Таким образом, нами получено уравнение, связывающее свойства оборудования (X_1, X_2, \dots) с прибылью (Y) от его использования при выполнении технологического процесса замены муфт системы регулирования фаз газораспределения CVCP:

$$-2072,0161 \cdot X_1(i) + 52215,9555 \cdot X_2(i - 73441,3 \cdot X_3(i) + 98755,7 \cdot X_4(i) + 744789,2 = Y(i) \quad (43)$$

Таблица 23 – Результаты решения системы уравнений

Статистики	Свойства динамометрических ключей				Свободный член
	Диапазон измерений, Н·м	Минимальное усилие, Н·м	Масса, кг	Длина, мм	
Обозначение свойств	X_4	X_3	X_2	X_1	A_0
Корни уравнений g_i	98755,7378	-73441,3	52215,9555	-2072,0161	744789,2
Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	62386,5279	83354,07	48196,8193	61838,2086	58245,85
Коэффициент детерминированности r^2	0,5948658	17952,89 – стандартная ошибка функции Y			

F - статистика	4,7720331	13 – число степеней свободы
Регрессионная сумма квадратов	6152227385	4,19e+09 – остаточная сумма квадратов

Рассмотрим корреляцию параметров динамометрических ключей по отношению к прибыли поста за нормативный срок эксплуатации.

Таблица 24 – Корреляция между прибылью и параметрами динамометрических ключей

Параметры	Диапазон измерений, Н·м	Минимальное усилие, Н·м	Масса, кг	Длина, мм
Прибыль за нормативный срок службы	-0,6696796	0,71734	0,68578663	0,73781187

Произведем корреляцию параметров динамометрических ключей между собой (таблица 25).

Таблица 25 – Корреляция параметров динамометрических ключей

Параметры	Диапазон измерений, Н·м	Минимальное усилие, Н·м	Масса, кг	Длина, мм
Диапазон измерений, Н·м	1,0000			
Минимальное усилие, Н·м	-0,9122	1,0000		
Масса, кг	-0,9687	0,9324	1,0000	
Длина, мм	-0,9373	0,9100	0,9684	1,0000

Найденные корни уравнений есть весовые коэффициенты свойств гаражного оборудования. Исходя из принятых в квалиметрии представлений о том, что сумма весовых коэффициентов должна быть равна единице либо другой константе (100 %), представляется возможным пронормировать найденные значения, разделив каждое из них на сумму их модулей по формуле (44).

$$G_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n |G_i|} \quad (44)$$

Допустимость такого нормирования объясняется тем, что в рассматриваемом вопросе оценивания значимости свойств (определения весовых коэффициентов) важно знать соотношение свойств (их значимости) между собой, а с математической точки зрения соотношение различных показателей между собой не изменится в случае их умножения (или деления) на некоторую константу. В результате нормирования окончательно получаем значения весовых коэффициентов. Заметим, что в соответствии с квалиметрическими требованиями здесь сумма весов (модулей) равна единице.

Как видно из таблицы 26, наибольшее значение имеет коэффициент весомости свойства «Длина». Остальные рассмотренные свойства имеют на порядок меньшие значения коэффициентов весомости.

Таблица 26 – Коэффициенты весомости свойств

Свойства	Коэффициент весомости
Диапазон измерений, Н·м	0,009
Минимальное усилие, Н·м	0,231
Масса, кг	0,324
Длина, мм	0,436
Итого	1

Получив весовые коэффициенты свойств динамометрических ключей, определим комплексный показатель качества K_k для каждого ключа с учетом нормированных весовых коэффициентов по формуле (45).

$$-0,009 \cdot X1(i) + 0,231 \cdot X2(i) - 0,324 \cdot X3(i) + 0,436 \cdot X4(i) = K_k(i) \quad (45)$$

Подставляя в расчетную формулу (45) нормированные значения показателей свойств ключей, получим значение комплексного коэффициента качества для каждой модели динамометрических ключей.

Таблица 27 – Ранжированный массив по комплексному коэффициенту качества

Наименование	Диапазон измерений, Н·м	Минимальное усилие, Н·м	Масса, кг	Длина, мм	Прибыль, руб.	Комплексный коэффициент качества
AIST 16064200	0,196	0,995	0,926	0,880	815550,5	0,312
AIST 16113100	0,002	0,910	0,898	0,880	811971,3	0,303
AIST 16114200	0,109	0,697	0,798	0,739	809454,5	0,224
AIST 16034350	0,323	0,576	0,649	0,615	804379,3	0,188
AIST 16035700	0,851	0,394	0,063	0,190	776798,5	0,146
AIST 16025800N-24	0,934	0,091	0,076	0,021	739275,3	-0,003
BERGER BG-12	0,162	0,831	0,771	0,712	814242,7	0,251
BERGER BG-13STW	0,162	0,831	0,771	0,776	811825,7	0,279
KRAFTOOL 55306	0,125	0,758	0,960	0,989	809433,7	0,294
OMBRA A90013	0,139	0,746	0,822	0,880	811097,7	0,288
OMBRA A90014	0,356	0,697	0,771	0,880	808102,5	0,292
HAZET 5122-1CT	0,125	0,758	0,872	0,742	774364,9	0,215
HEYCO HE-00794000080	0,026	0,879	0,938	0,865	756268,9	0,276
JONNESWAY T08700N	0,785	0,152	0,057	0,158	756726,5	0,078
КОБАЛЬТ 649-691	0,139	0,746	0,835	0,880	812428,9	0,284
SKRAB 44152	0,139	0,746	0,835	0,811	809246,5	0,254
КМШ-140	0,092	0,995	0,990	0,846	813545,7	0,277
Сорокин 1.31	0,139	0,746	0,861	0,757	813260,9	0,222

Далее построим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества, из которой видно, какая модель наиболее эффективна и, соответственно, конкурентоспособна. Зависимость прибыли от комплексного

коэффициента качества и статистические параметры модели приведены на рисунке 10.

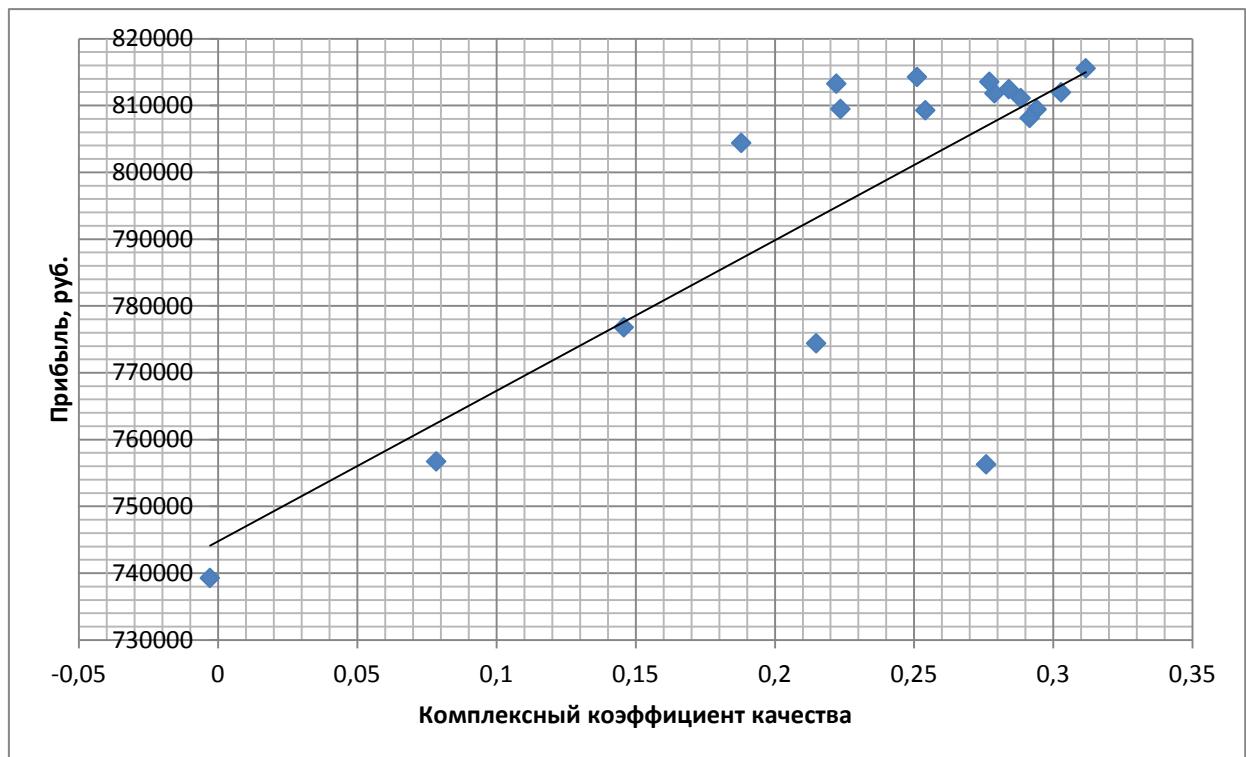


Рисунок 10 – Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества

Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества показало, что из рассмотренных образцов динамометрических ключей наиболее эффективен и, соответственно конкурентоспособен, динамометрический ключ AIST 16064200, получивший наивысший комплексный коэффициент качества – 0,312.

4 Технологический расчет производственно-технической базы СТО

4.1 Расчет годового объема работ

Годовой объем работ городской универсальной станции технического обслуживания автомобилей включает: техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт (ТР), уборочно-моечные работы (УМР), работы по приемке и выдаче.

Перед расчетом годового объема работ необходимо определить ориентировочное число рабочих постов:

$$X_{\text{ориент}}^{\text{РП}} = \frac{N_{\text{СТОА}}}{390 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4}, \quad (46)$$

где $N_{\text{СТО}}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей в перспективном периоде;

k_2 – коэффициент, учитывающий класс обслуживаемых автомобилей на городских СТО;

k_3 – коэффициент, учитывающий средний годовой пробег одного автомобиля в год;

k_4 – коэффициент, учитывающий климатический район эксплуатации автомобилей.

$$X_{\text{ориент}}^{\text{РП}} = \frac{2277}{390 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,83} = 14,07 \approx 14$$

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей определяем по формуле (47).

$$T_{TO-TP} = \frac{N_{CTO} \cdot L_r \cdot t_{TO-TP}}{1000}, \quad (47)$$

где N_{CTO} – число автомобилей, обслуживаемых проектируемой СТОА в год;
 L_r – среднегодовой пробег автомобиля;
 t_{mo-mp} – удельная трудоемкость работ по ТО и ТР. Определяется по формуле

$$t_{TO-TP} = t^h \cdot k_{P\pi} \cdot k_{KP}, \quad (48)$$

где t^h – нормативная удельная трудоемкость для эталонных условий работ, $t_h=2,3$ чел·ч/тыс.км;

$k_{P\pi}$ – корректирующий коэффициент ТО и ТР в зависимости от числа рабочих постов на СТОА, $k_{P\pi}=0,95$;

k_{KP} – корректирующий коэффициент ТО и ТР в зависимости от климатических условий, $k_{KP}=1,2$.

$$t_{mo-mp} = 2,3 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 2,622 \text{ чел·ч/тыс.км}$$

$$T_{TO-TP} = \frac{2277 \cdot 25000 \cdot 2,622}{1000} = 149257 \text{ чел·ч}$$

Годовой объем уборочно-моечных работ, чел·ч:

$$T_{УМР} = (N_{зУМР}^{TO,TP} + N_{зУМР}^{КОМ}) \cdot t_{УМР}, \quad (49)$$

где $N_{зумр}^{то,тр}$ – число заездов на УМР на СТОА за 1 год связанные с выполнением ТО и ТР;

$N_{зумр}^{ком}$ – число заездов на коммерческую мойку, как на отдельную, самостоятельную услугу за год;

$t_{умр}$ – средняя трудоемкость УМР.

$$N_{зумр}^{то,тр} = N_{СТО} \cdot d_{TO-TR} \quad (50)$$

где $N_{СТО}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей за 1 год;

d_{TO-TR} – число заездов автомобиля в течение года.

$$N_{зумр}^{то,тр} = 2277 \cdot 2 = 4554$$

$$N_{зумр}^{ком} = \frac{N_{стоа} \cdot L_{\Gamma}}{L_3} \quad (51)$$

где L_{Γ} – среднегодовой пробег, км;

L_3 – средний пробег до заезда на УМР.

$$N_{зумр}^{ком} = \frac{2277 \cdot 25000}{1000} = 56925$$

Если на СТО УМР выполняются как самостоятельный вид услуг, то число заездов на УМР, может быть принято из расчета одного заезда на $L_3 = 800-1000$ км пробега.

Средняя трудоемкость одного заезда $t_{умр}$ равна 0,15-0,25 чел·ч при механизированной (в зависимости от используемого оборудования) мойке и 0,5 чел·ч при ручной шланговой мойке.

Число заездов на УМР в час:

$$N_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{ЗУМР}}}{\Delta_{\text{раб.год}} \cdot T_{\text{общумр}}} \quad (52)$$

$$N_{\text{ч}} = \frac{4554 + 56925}{305 \cdot 16} = 12,598 \approx 13$$

Применяем механизированную мойку, тогда годовой объем уборочно-моечных работ, чел·ч:

$$T_{\text{умр}} = (4554 + 56925) \cdot 0,2 = 12295,8 \text{ чел}\cdot\text{ч}$$

Годовой объем работ по предпродажной подготовке автомобилей:

$$T_{\text{пп}} = N_{\text{пп}} \cdot t_{\text{пп}} = 0,1 N_{\text{СТОА}} \cdot t_{\text{пп}} \quad (53)$$

где $t_{\text{пп}}$ – средняя трудоёмкость предпродажной подготовки, $t_{\text{пп}} = 3,5$ чел·ч.

$$T_{\text{пп}} = 0,1 \cdot 2277 \cdot 3,5 = 796,95 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Годовой объем работ по приемке-выдаче автомобилей:

$$T_{\text{ПВ}} = N_{\text{СТОА}} \cdot d_{\text{ТО-ТР}} \cdot t_{\text{ПВ}} \quad (54)$$

где $t_{\text{ПВ}}$ – средняя трудоемкость работ по приемке-выдаче автомобилей, чел·ч; $t_{\text{ПВ}} = 0,2$ чел·ч;

$d_{\text{ТО-ТР}}$ – число заездов автомобилей на ТО и ТР в течение года, заездов;

$d_{\text{ТО-ТР}} = 2$.

$$T_{\text{ПВ}} = 2277 \cdot 0,2 \cdot 2 = 910,8 \text{ чел}\cdot\text{ч}$$

Общая трудоемкость всех видов работ:

$$T_{общ} = T_{ТО-TP} + T_{умп} + T_{пп} + T_{пв} \quad (55)$$

$$T_{общ} = 149257 + 12295,8 + 796,95 + 910,8 = 163260,55 \text{ чел}\cdot\text{ч}$$

Таблица 28 – Распределение объема работ по видам и месту их выполнения на СТОА, %

Вид работ	Распределение объема работ ТО и ТР					
	По виду работ		По месту выполнения			
	%	T _{ТО-TP} , чел·ч	Рабочие посты		Участки	T _{ТО-TP} , чел·ч
1	2	3	4	5	6	7
Диагностические	4	5970,28	100	5970,28	0	-
ТО в полном объеме	15	22388,55	100	22388,55	0	-
Смазочные	3	4477,71	100	4477,71	0	-
Регулировка УКК	4	5970,28	100	5970,28	0	-
Ремонт и регулировка тормозов	3	4477,71	100	4477,71	0	-
Электротехнические	4	5970,28	80	4776,224	20	1194,056
По приборам системы питания	4	5970,28	70	4179,196	30	1791,084
Аккумуляторные	2	2985,14	10	298,514	90	2686,626
Шиномонтажные	2	2985,14	30	895,542	70	2089,598
Ремонт узлов, систем и агрегатов	8	11940,56	50	5970,28	50	5970,28
Кузовные и арматурные	25	37314,25	75	27985,6875	25	9328,5625
Окрасочные	16	23881,12	100	23881,12	0	-
Обойные	3	4477,71	50	2238,855	50	2238,855
Слесарно-механические	7	10447,99	0	-	100	10447,99
Итого ТО и ТР	100	149257	-	113509,948	-	35747,052
Уборочно-моечные	100	12295,8	100	12295,8	0	-
Предпродажная подготовка	100	796,95	100	796,95	0	-
Приемка и выдача	100	910,8	100	910,8	0	-
Всего	-	163260,55	-	127513,498	-	35747,052

4.2 Трудоемкость вспомогательных работ

Кроме работ по ТО и ТР на станциях выполняются вспомогательные работы, объем которых на СТОА составляет 20-30 % общего годового объема работ по ТО и ТР:

$$T_{\text{ВСП}} = (0,2 \div 0,3) \sum T_{\text{TO-TP}}, \quad (56)$$

где $\sum T_{\text{TO-TP}}$ – суммарный годовой объем работ по ТО и ТР, УМР, предпродажной подготовке и другим видам работ, выполняемых на СТОА.

$$T_{\text{ВСП}} = 0,3 \cdot 163260,55 = 48978,165 \text{ чел}\cdot\text{ч}$$

Таблица 29 – Распределение трудоемкости вспомогательных работ

Вид вспомогательных работ	%	$T_{\text{ВСП}}$, чel·ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	25	12244,541
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	9795,633
Приемка, хранение и выдача материальных ценностей	20	9795,633
Перегон подвижного состав	10	4897,816
Обслуживание компрессорного оборудования	10	4897,816
Уборка производственных помещений и территории	15	7346,725
Итого	100	48978,165

4.3 Расчет численности производственных рабочих

К производственным рабочим относятся рабочие участков, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР подвижного состава. Различают технологически необходимое (явочное) число рабочих и штатное (списочное).

Технологически необходимое число рабочих по видам выполняемых работ определим по формуле

$$P_T = \frac{T_{TO-TP}}{\Phi_T}, \quad (57)$$

где T_{TO-TP} – годовой объем работ ТО и ТР по отдельному участку, чел·ч;
 Φ_T – годовой (номинальный) фонд времени технологически необходимого времени при односменной работе, $\Phi_T = 2070$ ч.

$$P_{T, \text{диаг.}} = \frac{5970,28}{2070} = 2,88 \text{ чел.}$$

Штатное число рабочих определяем по формуле

$$P_{ш} = \frac{T_{TO-TP}}{\Phi_{ш}}, \quad (58)$$

где $\Phi_{ш}$ – годовой (эффективный) фонд времени «штатного» рабочего, $\Phi_{ш} = 1820$ ч.

$$P_{ш, \text{диаг.}} = \frac{5970,28}{1820} = 3,28 \text{ чел.}$$

Таблица 30 – Численность производственных рабочих

Виды работ ТО и ТР	T_{TO-TP} , чел·ч	P _T		P _ш , чел	
		расчетное	принятое	расчетное	принятое
1	2	3	4	5	6
Постовые работы					
Диагностические	5970,28	2,88	3	3,28	3
ТО в полном объеме	23185,5	11,2	11	12,74	13
Смазочные	4477,71	2,16	2	2,46	2
Регулировка УКК	5970,28	2,88	3	3,28	3
Ремонт и регулировка тормозов	4477,71	2,16	2	2,46	2
Электротехнические и аккумуляторные	5074,738	2,45	2	2,79	3
По приборам системы	4179,196	2,02	2	2,3	2

где T_{Π} – годовой объем постовых работ, чел·ч;
 φ – коэффициент неравномерности загрузки постов, $\varphi=(1,1 \div 1,15)$;
 P_{cp} – среднее число рабочих, одновременно работающих на посту, чел.:
 - на посту ТО и ТР 1-2 человек;
 - на постах кузовных и окрасочных работ 1,5 человек;
 - для приемки и выдачи автомобилей 1 человек;
 - на остальных 1 человек.

Φ_{Π} – годовой фонд рабочего времени поста, определяется по формуле (62).

$$\Phi_{\Pi} = D_{раб.г} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta , \quad (62)$$

где $D_{раб.г}$ – число рабочих дней в году, дней;
 $T_{см}$ – продолжительность смены, $T_{см}=8$ ч;
 C – число смен в день;
 η – коэффициент использования рабочего времени поста ($\eta = 0,90$).

$$\Phi_{\Pi} = 305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,9 = 4393 \text{ ч.}$$

Число рабочих постов для каждого вида работ.

Диагностические:

$$X = \frac{5970,28 \cdot 1,1}{4392 \cdot 2} = 0,75 \approx 1$$

Остальные данные представлены в таблице 32.

Число постов для выполнения окрасочных работ рассчитывается по формуле (63).

$$X_{окр} = \frac{N_{3OKP}^{\text{год}}}{N_{1OKC}} \quad (63)$$

где $N_{3OKP}^{\text{год}}$ – число заездов автомобиля на участок окраски в год;
 N_{1OKC} – число заездов автомобилей на одну окрасочную камеру в год.

$$N_{3OKP}^{\text{год}} = 0,15 \cdot N_{CTOA} = 0,15 \cdot 2277 = 341,55$$

$$N_{1OKC} = \frac{\Phi_{\Pi}^{OKP}}{T_{OKP}} = \frac{4392}{4} = 1098$$

$$X_{окр} = \frac{341,55}{1098} = 0,31 \approx 1$$

При механизации уборочно-моевых работ число рабочих постов определяется по формуле (64).

$$X_{EO} = \frac{N_C \cdot \varphi_{EO}}{T_{OB} \cdot N_y \cdot \eta} \quad (64)$$

где N_C – суточное число заездов автомобилей для выполнения УМР;
 φ_{EO} – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на участок УМР: для СТОА от 11 до 30 постов $1,2 \div 1,3$;
 T_{OB} – суточная продолжительность работы участка УМР, ч;
 N_y – производительность моющей установки (портальная автомойка Karcher CB1 – 20авт./ч.);
 η – коэффициент использования рабочего времени поста, 0,9.
Суточное число заездов автомобилей на городскую СТОА:

$$N_C = \frac{N_{CTOA} d_{УМР}}{\Delta_{раб.г.}} \quad (65)$$

$$X_{\text{общ.ВСП}} = (0,25 \div 0,5)X_{\text{РП}} \quad (66)$$

$$X_{\text{общ.ВСП}} = 0,3 \cdot 19 = 5,7 \approx 6 \text{ постов.}$$

Из данных постов:

- окрасочные работы – 2 поста;
- УМР – 1 пост;
- кузовные работы – 1 поста;
- ТО в полном объеме – 2 поста.

Число постов на участке приемки автомобилей $X_{\text{пр}}$ определяется в зависимости от числа заездов автомобилей на СТОА d и времени приемки автомобилей $T_{\text{пр}}$, т.е.

$$X_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot d_{\text{то-тр}} \cdot \varphi}{D_{\text{раб.г.}} \cdot T_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}}} , \quad (67)$$

где $N_{\text{СТОА}}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей, $N_{\text{СТОА}} = 2277$;
 $d_{\text{то-тр}}$ – число заездов автомобилей на СТОА в год, $d_{\text{то-тр}} = 2$ заезда;
 $D_{\text{раб.г.}}$ – число дней работы в году СТОА, $D_{\text{раб.г.}} = 305$ дней;
 φ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей, $\varphi = 1,1$;
 $T_{\text{пр}}$ – суточная продолжительность работы участка приемки автомобилей, $T_{\text{пр}} = 16$ часов;
 $A_{\text{пр}}$ – пропускная способность поста приемки, $A_{\text{пр}} = 3$ авто./ч.

$$X_{\text{пр}} = \frac{2277 \cdot 2 \cdot 1,1}{305 \cdot 16 \cdot 3} = 0,34 \approx 0,5$$

Для расчета числа постов выдачи автомобилей условно можно принять, что ежедневное число выдаваемых автомобилей равно числу заездов автомобилей на станцию. Далее расчет аналогичен расчету числа постов приема автомобилей. Следовательно, число постов на участке выдачи автомобилей: $X_{\text{выд}} \approx 0,5$.

Общее число автомобиле-мест ожидания на производственных участках СТОА составляет 0,5 на один рабочий пост.

$$X_{\text{ожид}} = 0,5 \cdot 19 = 9,5 \approx 10$$

Общее число автомобиле-мест:

$$X_{\text{ХРАН}} = (4 \div 5)X_{\text{РП}} \quad (68)$$

$$X_{\text{ХРАН}} = 4,5 \cdot 19 = 85,5 \approx 86$$

Число автомобиле-мест хранения готовых к выдаче автомобилей:

$$X_{\Gamma} = \frac{N_C \cdot T_{\text{ПР}}}{T_B}, \quad (69)$$

где T_B – продолжительность работы участка выдачи автомобилей в сутки, $T_B = 16$ ч.;

$T_{\text{ПР}}$ – среднее время пребывания автомобиля на СТОА после его обслуживания до выдачи владельцу, $T_{\text{ПР}} = 4$ ч.;

N_C – суточное число заездов автомобилей для выполнения ТО и ТР, заездов.

$$N_C = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot d}{D_{\text{раб.г.}}} \quad (70)$$

$$N_C = \frac{2277 \cdot 2}{305} = 14,93$$

$$X_\Gamma = \frac{14,93 \cdot 4}{16} = 3,73 \approx 4$$

Число автомобиле-мест хранения на открытой стоянке магазина:

$$X_0 = \frac{N_\Pi \cdot D_3}{D_{\text{раб.г.маг.}}} , \quad (71)$$

где N_Π – число продаваемых автомобилей в год;

D_3 – число дней запаса, $D_3 = 20$;

$D_{\text{раб.г.маг.}}$ – число рабочих дней магазина в году, 305 дней.

$$X_0 = \frac{227,7 \cdot 20}{305} = 14,93 \approx 15$$

Число автомобиле-мест клиентуры и персонала:

$$X_{\text{кл.пер}} = 2 \cdot X_{\text{РП}} \quad (72)$$

$$X_{\text{кл.пер}} = 2 \cdot 19 = 38$$

4.5 Расчет производственных площадей помещений

Площадь постовых участков (ТО и ТР, приемки-выдачи, кузовного и т.д.):

$$F_{\text{ТО-ТР}} = f_a \cdot X \cdot K_\Pi , \quad (73)$$

где f_a – площадь занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам – $8,52 \text{ м}^2$);

X – общее число постов (рабочие и вспомогательные);

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки постов, $K_{\Pi} = 4 \div 5$ при двусторонней расстановке постов.

$$F_{TO-TP} = 8,52 \cdot (11 + 2) \cdot 5 = 553,8 \text{ м}^2.$$

$$F_{OKP} = f_{ob} \cdot X \cdot K_{\Pi} + f_{vsp.a} \cdot X \cdot K_{\Pi} \quad (74)$$

где f_{ob} – площадь оборудования по габаритным размерам (окрасочная камера камера AP-10 «Эконом»);

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки оборудования.

$$F_{OKP} = (7 \cdot 4) \cdot 4 = 112 \text{ м}^2.$$

$$F_{OKP.vsp} = 8,52 \cdot 2 \cdot 5 = 85,2 \text{ м}^2.$$

$$F_{OKP} = 112 + 85,2 = 197,2 \text{ м}^2.$$

Площадь зоны участков УМР:

$$F_{UMP} = f_{ob} \cdot X \cdot K_{\Pi} + f_{vsp.a} \cdot X \cdot K_{\Pi} \quad (75)$$

где f_{ob} – площадь оборудования по габаритным размерам (портальная автомойка Karcher CB1);

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки оборудования.

$$F_{UMP} = (4,14 \cdot 7,2) \cdot 4 = 119,232 \text{ м}^2.$$

$$F_{UMP.vsp.} = 8,52 \cdot 5 = 42,6 \text{ м}^2.$$

$$F_{УМР} = 119,232 + 42,6 = 162 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{куз}} = f_{\text{об}} \cdot X \cdot K_{\Pi} + F_{\text{куз.всп.}} \quad (76)$$

где $f_{\text{об}}$ – площадь оборудования по габаритным размерам (стапель платформенный Nordberg BAS12N);

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки оборудования.

$$F_{\text{куз}} = (5,6 \cdot 2,1) \cdot 5 \cdot 4 = 47,04 \cdot 7 = 235,2 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{куз.всп.}} = 8,52 \cdot 5 = 42,6 \text{ м}^2.$$

Таблица 33 – Распределение постов по помещениям

Вид работ	X _{прин.}	X _{всп.}	Площадь, м ²
Диагностические	1	-	
ТО в полном объеме	3		
Предпродажная подготовка		2	
Смазочные	1	-	
Регулировка УКК	1	-	
Ремонт и регулировка тормозов	1	-	
Электротехнические			
Аккумуляторные	1	-	553,8
По приборам системы питания	1	-	
Шиномонтажные	1	-	
Ремонт узлов, систем и агрегатов	1	-	
Итого	11	2	
Уборочно-моечные	1	1	161,832
Кузовные и арматурные	5	1	277,8
Окрасочные	1	2	197,2
Обойные	1	-	42,6
Приемка	1	-	
Выдача			42,6
Всего	20	6	1275,8

Для приближенных расчетов площади участков могут быть определены по числу работающих на участке в наиболее загруженную смену по формуле (77).

$$F_Y = f_1 + f_2(P_T^{VQ} - 1), \quad (77)$$

где f_1 – площадь на первого работающего, м²;

f_2 – площадь на каждого последующего работающего, м²;

P_T^{VQ} – число необходимых технологических рабочих на участке.

Таблица 34 – Площадь производственных участков

Наименование участка	f_1 , м ²	f_2 , м ²	P_T^{VQ}	F_Y , м ²
Электротехнический	12	7	1	12
Ремонт приборов систем питания	11	6	1	11
Аккумуляторный	17	12	1	17
Шиномонтажный	12	9	1	12
Агрегатный	18	11	2	29
Сварочный, арматурный, жестяницкий	12	8	2	20
Обойный	14	4	1	14
Слесарно-механический	14	10	3	34
Итого				149

Для городских СТОА площади складских помещений определяются по удельной площади склада на каждые 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей по формуле (78).

$$F_{СКЛ} = \frac{f_{уд} \cdot N_{СТОА}}{1000}, \quad (78)$$

где $f_{уд}$ – удельная площадь склада на каждую 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей.

Таблица 35 – Площади складских помещений

Наименование запасных частей и материалов	$f_{уд}$, м ²	$F_{СКЛ}$, м ²
Запасные части	32	72,864

Агрегаты и узлы	12	27,324
Эксплуатационные материалы	6	13,662
Склад шин	8	18,216
Лакокрасочные материалы	4	9,108
Смазочные материалы	6	13,662
Кислород и углекислый газ	4	9,108
Итого		164

Площадь кладовой для хранения агрегатов и автопринадлежностей, снятых с автомобилей на время выполнения работ на СТОА, следует принимать из расчета 1,6 м² на один рабочий пост по ремонту агрегатов, кузовных и окрасочных работ.

$$F_{\text{клад}} = 1,6 \cdot X_{\text{РП}}^{\text{агрег,кузов,окрас}} \quad (79)$$

$$F_{\text{клад}} = 1,6 \cdot 7 = 11,2 \text{ м}^2.$$

Площадь для хранения мелких частей, инструмента и автокосметики, предназначенных для продажи на СТОА, м²:

$$F_{\text{ХРАНзч}} = 0,1 \cdot F_{\text{СКЛзч}}, \quad (80)$$

где $F_{\text{СКЛзч}}$ – площадь склада запасных частей, м².

$$F_{\text{ХРАНзч}} = 0,1 \cdot 72,864 = 7,29 \text{ м}^2.$$

Площади технических помещений компрессорной, трансформаторной и насосной станций, вентиляционных камер и других помещений рассчитываются в каждом отдельном случае по соответствующим нормативам в зависимости от принятой системы и оборудования электроснабжения, отопления, вентиляции, водоснабжения.

Площадь (суммарная) вентиляционных камер составляет 10-14% от площади производственных и складских помещений для городских СТОА и 18-22% – для дорожных СТОА:

$$F_{\text{ТЕХН.ПОЛ}} = (0,1 \div 0,14) \cdot \Sigma F_{\text{ПР.КОР}}, \quad (81)$$

где $\Sigma F_{\text{ПР.КОР.}}$ – сумма площадей производственных помещений корпуса, м².

$$\Sigma F_{\text{ПР.КОР.}} = F_{\text{ТО-ТР}} + \Sigma F_{\text{СКЛ}} + F_{\text{КЛАД}} + F_{\text{ХРАН_Ч}} + \Sigma F_y \quad (82)$$

$$\Sigma F_{\text{ПР.КОР.}} = 1275,8 + 164 + 11,2 + 7,29 + 149 = 1607,29 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{ТЕХН.ПОМ}} = 0,1 \cdot 1607,29 = 160,7 \text{ м}^2.$$

Площадь помещений на одного рабочего зависит от размера станции и составляет для административных помещений 6-8 м², а для бытовых – 2-4 м².

$$F_{\text{АДМ.БЫТ}} = (6 \div 8) \cdot P_{\text{ИТР}} + (2 \div 4) \cdot (P_{\text{ИТР}} + \Sigma P_T + P_{\text{ВСП}}) \quad (83)$$

где $P_{\text{ИТР}}$ – число инженерно-технических рабочих, чел.;

ΣP_T – сумма технологически необходимых рабочих, чел.;

$P_{\text{ВСП}}$ – число вспомогательных рабочих, чел.

Площадь административно-бытовых помещений, м²:

$$F_{\text{АДМ.БЫТ}} = 7 \cdot 25 + 3 \cdot (20 + 79 + 24) = 544$$

Площадь помещения для клиентов, м²:

$$F_{\text{пом.клиентов}} = 7 \cdot X_{\text{РП}} = 7 \cdot 19 = 133$$

Площадь помещения для продажи мелких запасных частей и автопринадлежностей, инструмента и автокосметики принимается из расчета 30 % общей площади помещения для клиентов:

$$F_{\text{ПРОДмзч}} = 0,3 \cdot 133 = 39,9 \text{ м}^2.$$

Таблица 36 – Общая площадь помещений

Наименование помещений	Площадь, м ²
Постовые участки ТО и ТР	1275,8
Производственные участки	149
Складские помещения	164
Технические помещения	160,7
Торговые и административно-бытовые помещения	716,9
Итого	2466,4

Площадь зон хранения (стоянок) автомобилей определяют по формуле (84).

$$F_X = f_a \cdot A_{CT} \cdot K_{\Pi}, \quad (84)$$

где A_{CT} – число автомобиле-мест хранения;

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки автомобилей, $K_{\Pi} = 2,5 \div 3$.

Площадь автомобиле-мест хранения готовых к выдаче автомобилей, м²:

$$F_r = 8,52 \cdot 4 \cdot 3 = 102,24$$

Площадь автомобиле-мест хранения на открытой стоянке магазина, м²:

$$F_o = 8,52 \cdot 15 \cdot 3 = 383,4$$

Площадь automobile-мест клиентов и персонала, м²:

$$F_{\text{клиен}} = 8,52 \cdot 38 \cdot 3 = 971,28$$

Общая площадь зон хранения (стоянок автомобилей) равна 1457 м².

Площадь генерального плана определяем по формуле (85).

$$F_{\text{ГЕН.ПЛАН}} = \frac{100(F_{\text{ЗПС}} + F_{\text{ЗАБ}} + F_{\text{ОП}})}{K_3}, \quad (85)$$

где $F_{\text{ЗПС}}$ – площадь застройки производственно складскими помещениями;

$F_{\text{ЗАБ}}$ – площадь застройки административно бытовыми помещениями;

$F_{\text{ОП}}$ – площадь застройки открытых площадок для хранения автомобилей;

K_3 – коэффициент застройки, $K_3 = 30$.

$$F_{\text{ГЕН.ПЛАН}} = \frac{100(2466,4 + 1457)}{30} = 13078 \text{ м}^2.$$

4.6 Виды выполняемых работ и организация технологического процесса на заданном участке

На заданной СТОА используется следующая организация технологического процесса:

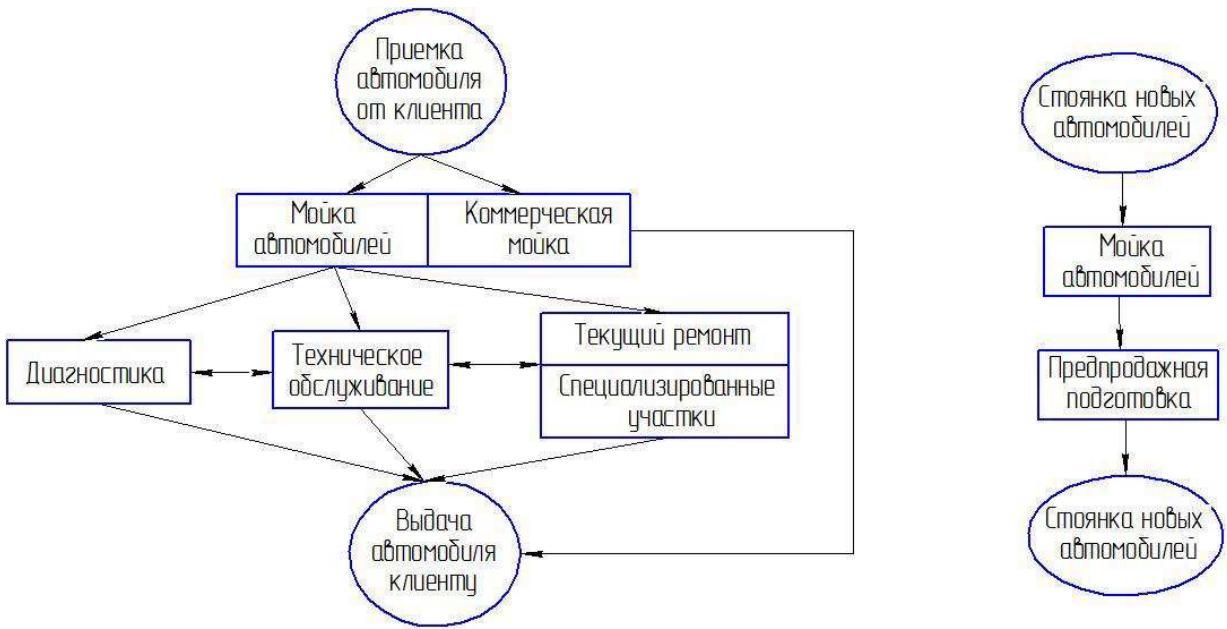


Рисунок 11 – Организация технологического процесса на проектируемой СТОА

На участке ТО и ТР выполняются следующие виды работ:

- диагностические работы (считывание кодов ошибок с ЭБУ автомобиля, проверка работоспособности электрооборудования автомобиля);
- техническое обслуживание и предпродажная подготовка (Замена смазывающих жидкостей в ДВС и КПП, замена тормозной жидкости, замена охлаждающей жидкости, замена тормозных колодок, замена различных фильтров, предпродажная подготовка новых авто (проверка жидкостей, проверка состояния кузова и работу всех кнопок и устройств));
- смазочные работы (смазывание труднодоступных элементов конструкции, замена смазки в мостах, шрусах, доливка технических жидкостей);
- регулировка углов установки колес (измерение углов установки колес, регулировка углов установки колес);
- ремонт и регулировка тормозов (измерение тормозных усилий последовательно по каждой оси автомобиля, регулировка тормозных механизмов, ремонт тормозной системы);

- электротехнические и аккумуляторные работы (ремонт аккумуляторов, зарядка аккумуляторов, ремонт и диагностика стартеров, ремонт и диагностика генераторов, проверка и диагностика электросистем на автомобиле, замена агрегатов и узлов электросистемы);
- прибор систем питания (ремонт топливной системы, очистка топливных фильтров, диагностика топливной системы, очистка форсунок, замена элементов топливной системы);
- шиномонтажные (ремонт шин, монтаж и демонтаж шин с колес, балансировка колес, монтаж и демонтаж колес с автомобиля);
- ремонт узлов, систем и агрегатов (монтаж и демонтаж основных узлов, систем и агрегатов автомобиля, разбор агрегатов, замена деталей и агрегатов на автомобиле и др.).

Перечень необходимого оборудования для проведения работ по ТО и ТР представлено в приложении А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были проведены расчеты в сфере маркетинга – анализ рынка автомобилей марки Opel. Результаты проведенного маркетингового анализа позволяют сделать следующие выводы:

- прогноз потребности в услугах на СТО региона показывает, что к 2020 году ее объем составит порядка 10284 обращений в год;
- общее прогнозируемое количество заездов на действующие СТО региона к 2020 году с учетом их роста пропускной способности (в результате их развития) составит до 2214 обращений, что указывает на нецелесообразность строительства новой СТО в рассматриваемом регионе, а на перспективность расширения существующей системы СТО.

Было выбрано оборудование из 18 моделей динамометрических ключей с прибылью от эксплуатации за 5 лет – 815550,5 рублей и комплексным коэффициентом качества – 0,312.

Согласно выбранного оборудования был разработан участок ТО и ТР площадью 634 м².

Также были рассмотрены характерные отказы автомобилей Opel Astra и технология их устранения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы маркетинга в сфере сервиса: метод. указания к курсовой работе / сост.: В.Н.Катаргин, И.С.Писарев. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 52с.
2. Современный маркетинг: настольная книга по исследованию рынка: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 528с.: ил.
3. Население Красноярского края [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
4. Статистика АЕБ/АвтоБизнесРевю [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://abreview.ru/stat/aeb/>
5. МАС-Моторс [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://krasnoyarsk.masmotors.ru/searchcar>

6. Какавто/Дизельный шум z18xer / x16xer и поломка механизма управления фазами газораспределения, двигатель Opel [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kakavto.com/?p=1739>

7. Форум astraclub.ru //Меняем фазорегулятор FAQ. Ошибки 0010, 0011[Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://astralclub.ru/threads/100893-%CC%E5%ED%FF%E5%EC%F4%E0%E7%EE%F0%E5%E3%F3%EB%FF%F2%EE%F0-FAQ.-%CE%F8%E8%E1%EA%E8-0010-0011-0013-0014>

8. Онлайн магазин запчастей Exist.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.exist.ru>

9. Моменты затяжек Astra - Formula OPEL [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.f-opel.ru/astra/dvigatel/momenti-zatyazhek-astra>

10. Оценка конкурентоспособности технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / И.М. Блянкинштейн. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 104 с.

11. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91 / Росавтотранс. М.: Гипроавтотранс, 1991. – 184 с.

12. Тарифное соглашение по автомобильному транспорту на 2010-2014гг./Минтранс РФ. – М., 2015.

13. Автосервисное оборудование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.220-volt.ru/catalog/dinamometricheskie-kljuchi/>

14. Проектирование предприятий автомобильного сервиса: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / сост.: А.В. Камольцева, С.В. Хмельницкий. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015.

15. Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учеб./ Г. М. Напольский. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.

16. Гарокомлект. Оборудование для автосервиса [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.garo.cc>

17. СТО 4.2-07-2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. / Красноярск: СФУ, 2014. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(перечень оборудования участка ТО и ТР)

Поз	Наименование, краткая техническая характеристика	Тип, модель	Код обору- дования	Завод- изгот., фирма	Ед. изм	К- во	Мас- са ед, кг	Приме- чание
-----	--	----------------	--------------------------	----------------------------	------------	----------	----------------------	-----------------

1	Двухстоечный подъемник электромеханический (мощность 2,2 кВт, г/п 3,2 т., размеры 3300x2147x386 мм)	П-97Н		Россия	шт.	8	300	100 т.р.
2	Ножничный подъемник для шиномонтажа (2,5 кВт, г/п 2 т., 1906x1536x1234 мм)	ППШ-2		Россия	шт.	1	235	103 т.р
3	Подъемник для сход-развала (г/п 3 т, 2,2 кВт, 4800x3210x2880 мм,)	П2-01МН СКАТ		Россия	шт.	1	365	260 т.р.
4	Тормозной стенд с пультом управления и контроля (8 кВт, нагрузка на ось до 3,0 т, 2200x500x500 мм)	СТС-4СП-11		Россия	шт.	1	470	690 т.р.
5	Шкаф инструментальный (две дверцы, 870x900x500 мм)	Практик TC-1095		Россия	шт.	5	35	8,6 т.р.
6	Верстак производственный (1390x863x685 мм, 5 полок)	ВП-3		Россия	шт.	4	18	13,9 т.р.
7	Тележка инструментальная (900x450x870 мм)	Практик WDS-5		Россия	шт.	6	46	12 т.р.
8	Установка для слива отработанного масла (объем бака 65 л, длина шланга 2 м., диаметр воронки 580 мм)	DMECL T566065		Китай	шт.	1	27	10,3 т.р.
9	Установка для раздачи масла (объем 16 л., размеры 255x255x845мм)	APAC 1796		Италия	шт.	1	11	4,1 т.р.
10	Гаражный мини кран (грузоподъемность 2 т., максимальная высота крана 2250 мм, размеры 1037x800 мм)	ZD-1002Z-75		Китай	шт.	1	80	9,8 т.р.
11	Стенд развал-схождение (3 кВт, 4 датчика на колеса, 3D, 1363x600x600мм)	Техно Вектор 6202		Россия	шт.	1	227	525 т.р.
12	Переносной диагностический сканер с разъемом OBDII, microUSB 2.0 (12 вольт)	Launch X-431 PRO		Китай	шт.	1	1,5	57 т.р.
13	Пневматический гайковерт (расход сжатого воздуха 6780 л/час, 7000 об/мин, 700 Н/м)	RT-5268		Китай	шт.	6	2,56	3,9 т.р.
Поз	Наименование, краткая техническая характеристика	Тип, модель	Код оборудования	Завод-изгот., фирма	Ед. изм	К-во	Мас са ед, кг	Примечание

14	Набор инструмента (104 предмета)	Арсенал АА- C1412Р104		Тайвань	шт.	11	4,4	10,7 т.р.
15	Транспортировочная тележка (размеры 1200x600мм, грузоподъемность 400кг)	Ferrum 05.541/6-907		Россия	шт.	1	21	9,6 т.р
16	Устройство для чистки, тестирования топливной системы в кейсе	JTC-4325		Тайвань	шт.	1	9,2	16,7 т.р.
17	Шиномонтажный станок (размеры 1060x930x1720; 750 Вт, 4000 л/ч)	SIVIK KC-301 A		Россия	шт.	1	167	50 т.р.
18	Балансировочный стенд колес (размеры 880x940x1260, 350 Вт)	SIVIK СБМК-60		Россия	шт.	1	122	40 т.р.
19	Пневмокомплект (рабочее давление 0-12 Бар)	Walcom CONFIO		Россия	шт.	8	1,8	3,5 т.р.
20	Динамометрический ключ длина 365 мм	AIST 16064200		Тайвань	шт.	6	0,796	1,98 т.р.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра "Транспорт"

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

подпись

инициалы, фамилия

«20 » 06 2014 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
код – наименование направления

«Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей
Opel в г. Красноярске»
тема

Руководитель

С.В. Мальчиков

подпись, дата

должность, ученая степень

Выпускник

А.И. Иванов

подпись, дата

Красноярск 2017