

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ И.М. Блянкинштейн  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

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

Совершенствование системы обслуживания автомобиля марки Chevrolet Niva на базе  
АТЦ “Викинг Моторс”  
тема

Руководитель \_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доцент      П.П. Евсеев  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ Н.О. Филиппов  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ С.В. Хмельницкий  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ И.М.Блянкинштейн

подпись инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г

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

Студенту Филиппову Николаю Олеговичу

фамилия, имя, отчество

Группа ФТ 12-03Б Направление (специальность) 23.03.03.02

номер

код

эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Совершенствование системы обслуживания автомобиля марки Chevrolet Niva на базе АТЦ “Викинг Моторс”

Утверждена приказом по университету № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР П.П. Евсеев канд. техн. наук, доцент кафедры Транспорт СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР тип СТОА – городская универсальная; количество автомобилей – 3200; участок для детальной разработки – участок ТО и ремонта; место строительства – г. Красноярск, среднегодовой пробег – 21000км; число дней работы в году – 305 дней.

Перечень разделов ВКР анализ рынка автомобилей Chevrolet в г. Красноярске, статистика продаж и насыщенность автомобилями Chevrolet; описание проблемной зоны автомобиля Chevrolet Niva; технологический расчет станции СТО и проектирование участка ТО и ремонта; оценка эффективности и конкурентоспособности тепловизоров.

Перечень графического материала

Лист 1– Маркетинговое исследование рынка автомобилей «Chevrolet»

Лист 2 - Технологический расчет станции СТО и проектирование участка ТО и ремонта

Лист 3 - Оценка эффективности и конкурентоспособности тепловизоров

Лист 4 – Результаты диагностики

Лист 5 – Технологическая карта

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

П.П. Евсеев

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_

подпись,

Н.О. Филиппов

инициалы и фамилия студента

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование системы обслуживания автомобиля марки Chevrolet Niva на АТЦ “Викинг Моторс”» содержит 74 страниц текстового документа, 24 использованных источников.

ТЕПЛОВИЗОР, ДИАГНОСТИКА, СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, СПРОС, ЛОБОВОЕ СТЕКЛО, ДИЛЕРСКИЙ ЦЕНТР, СТАБИЛИЗАЦИЯ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ОТОПИТЕЛЬ САЛОНА.

Объект разработки: система обслуживания автомобиля марки Chevrolet Niva с помощью тепловизора.

Цель работы: диагностика автомобиля с помощью тепловизора.

Задачи работы:

- 1) Исследование рынка автомобилей «Chevrolet».
- 2) Анализ проблемной зоны автомобиля Chevrolet Niva.
- 3) Диагностика проблемного участка с помощью тепловизора.

В результате работы разработана система обслуживания автомобиля Chevrolet Niva с помощью тепловизора. Предоставлено решение проблемной зоны.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Анализ рынка автомобилей «Chevrolet» в городе Красноярске.....	7
1.1 Структура модельного ряда автомобилей «Chevrolet».....	7
1.2 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса. Этап №1.....	13
1.3 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе. Этап № 2.....	17
1.4 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе. Этап №3.....	23
1.5 Прогнозирование спроса на услуги автосервиса в регионе проектируемой СТО. Этап № 4.....	24
2 Описание проблемной зоны автомобиля Chevrolet Niva .....	24
2.1 Статистика по эксплуатации лобовых стекол .....	25
2.2 Статистика замены лобовых стекол в АТЦ «Викинг-моторс».....	27
2.3 Критическая величина разности температур, при которой наступит зарождение трещины в ветровом стекле.....	28
3 Технологический расчет предприятия.....	31
3.1 Расчет годовых объемов работ .....	31
3.2 Расчет численности производственных рабочих.....	34
3.3 Расчет числа постов ТО и ТР .....	35
3.4 Расчет количества мест стоянки автомобилей.....	38
3.5 Расчет производственных площадей помещений.....	39
3.6 Техничко-экономические показатели СТОА для эталонных условий.....	43
3.7 Виды выполняемых работ на участке ТО и Р.....	47
3.8 Варианты участка ТО и Р.....	48
4 Оценка эффективности и конкурентоспособности тепловизоров на основе квалиметрии.....	54
4.1 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности тепловизоров.....	55
4.2 Экономическая модель оценки эффективности использования тепловизоров.....	57
4.3 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества тепловизоров при полной загрузке поста.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73

## **ВВЕДЕНИЕ**

Техническое обслуживание транспортных средств является совокупностью мер, которые автовладелец должен периодически предпринимать, чтобы поддерживать исправное состояние транспортного средства. В данное время обслуживание транспортного средства это неотъемлемая часть каждого автовладельца, как самостоятельно так и в специализированных сервисах. В данной работе рассмотрим, каким образом можно использовать тепловизор при диагностике автомобиля. С его помощью можно определить предварительное состояние, узлов, транспортного средства, без их разбора. Также при использовании тепловизора вся информация фиксируется, имеется подтверждающий документ. Диагностику с помощью тепловизора рассмотрим на примере Chevrolet Niva, отопителя салона и лобового стекла.

# 1 Анализ рынка автомобилей Chevrolet в городе Красноярск

## 1.1 Структура модельного ряда автомобилей Chevrolet

Структура модельного ряда автомобилей Chevrolet представлена в виде таблицы 1.1

Таблица 1.1 – Структура модельного ряда автомобилей Chevrolet

Chevrolet Cruze Sedan		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Cruze Sedan	1.6 (109 л.с.) / МТ5	от 543 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Sedan	1.6 (109 л.с.) / АТ6	от 606 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Sedan	1.8 (141 л.с.) / МТ5	от 610 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Sedan	1.8 (141 л.с.) / АТ6	697 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Cruze Sedan	1.4 (140 л.с.) / АТ6	от 787 000 руб. (за уровень комплектации <u>LTZ</u> )

Chevrolet Cruze Hatchback		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Cruze Hatchback	1.6 (109 л.с.) / МТ5	от 543 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Hatchback	1.6 (109 л.с.) / АТ6	от 606 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Hatchback	1.8 (141 л.с.) / МТ5	от 610 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze Hatchback	1.8 (141 л.с.) / АТ6	697 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Cruze Hatchback	1.4 (140 л.с.) / АТ6	от 787 000 руб. (за уровень комплектации <u>LTZ</u> )

Chevrolet Cruze SW		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Cruze SW	1.6 (109 л.с.) / МТ5	от 607 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze SW	1.8 (141 л.с.) / МТ5	от 646 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Cruze SW	1.8 (141 л.с.) / АТ6	от 721 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )

Chevrolet Aveo Hatchback		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Aveo Hatchback	1.6 (115 л.с.) / АТ6	от 499 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )

Chevrolet Aveo Sedan		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Aveo Sedan	1.6 (115 л.с.) / МТ5	от 448 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Aveo Sedan	1.6 (115 л.с.) / АТ6	от 486 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )

## Окончание таблицы 1.1

Chevrolet Orlando		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Orlando	1.8 (141 л.с.) / МТ5	от 862 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Orlando	1.8 (141 л.с.) / АТ6	от 955 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Orlando	2.0 (163 л.с.) / АТ6	от 1 104 000 руб. (за уровень комплектации <u>LTZ</u> )
Chevrolet Captiva		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Captiva	2.4 (167 л.с.) / МТ6	от 1 075 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Captiva	2.4 (167 л.с.) / АТ6	от 1 172 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Captiva	2.2 (184 л.с.) / МТ6	1 245 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Captiva	2.2 (184 л.с.) / АТ6	от 1 272 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Captiva	3.0 (249 л.с.) / АТ6	1 394 000 руб. (за уровень комплектации <u>LTZ</u> )
Chevrolet Tracker		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Tracker	1.8 (141 л.с.) / МТ5	от 660 000 руб. (за уровень комплектации <u>LS</u> )
Tracker	1.8 (141 л.с.) / АТ6	от 850 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Tracker	1.4 (140 л.с.) / МТ5	815 000 руб. (за уровень комплектации <u>LTZ</u> )
Chevrolet Tahoe		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
Новый Tahoe	6.2 V8 (420 л.с.) / АТ6	от 2 950 000 руб. (за уровень комплектации <u>LT</u> )
Chevrolet Niva		
Модель	Двигатель / КПП	Цена
<b>Chevrolet Niva</b>	1.6 (80 л.с.) / МТ5	от 478 000 руб. (за уровень комплектации <u>LC</u> )



Количество проданных автомобилей Chevrolet за период от 2004 года до 2014 года включительно:

Таблица 1.2 – Количество проданных автомобилей Chevrolet за период 11 лет

Год	Количество шт.
2004	565
2005	665
2006	1114
2007	1905
2008	2354
2009	1044
2010	1162
2011	1735
2012	2050
2013	1746
2014	1232

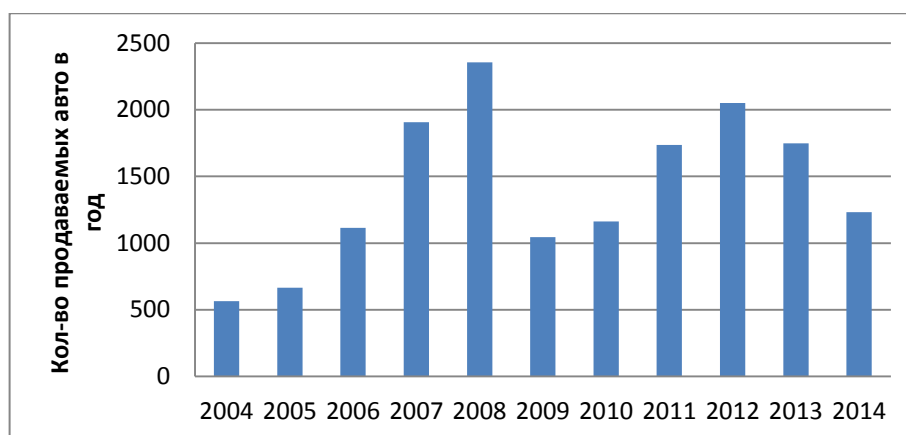


Рисунок 1.1 – Количество проданных автомобилей Chevrolet за период 10 лет

Вывод: Тенденция продаж автомобилей Chevrolet возрастает, в период с 2004 до 2008 прирост продаж возрос на 75%.

Таблица 1.3 – Насыщенность Красноярска автомобилями марки Chevrolet

	Год										2014
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Количество автомобилей, а/м, шт.	565	665	1114	1905	2354	1044	1162	1735	2050	1746	1232
Численность населения, тыс. чел.	913	917,2	920,9	927,2	936,4	948,5	973,8	979,6	997,3	1016,3	1035,5
Насыщенность, авт./1000 жит.	0,62	0,73	1,21	2,05	2,51	1,10	1,19	1,77	2,06	1,72	1,19
Насыщенность нарастающим итогом	0,62	1,34	2,55	4,61	7,12	8,22	9,42	11,19	13,24	14,96	16,15

## 1.2 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса. Этап № 1

### 1.2.1 Исходные данные

- численность жителей региона  $A_i, i = (\overline{1,2})$ ,
- где  $i$  – индекс момента времени;
- $i = 1$  – текущий момент;
  - $i = 2$  – перспектива (окончание среднесрочного прогноза);
- 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 по моделям –  $L_{ij}, j = (\overline{1,J})$ ;
  - интервальное распределение годовых пробегов

Таблица 1.4 – Насыщенность региона автомобилями данной марки

Временной период $i=(1,2)$	Численность жителей региона $A_i$ , чел.	Насыщенность Л/А $n_i$ , авт./1000жит	Доля владельцев, польз. Услугами СТО $V_i$	Сред. Нарботка На один авто-заезд. На СТО $L(ср)_{ij}$ , тыс км	Вероятностное распределение обслуживаемых на СТО авто. по маркам $P_{ij}$
				Chevrolet $L_{i1}$	
Текущий (1)	1035528	16,15	0,85	7	1
Преспектива (2)	1150000	28,12	0,9	8	1

Таблица 1.5 – Исходное распределение годовых пробегов автомобилей

N	Годовые пробеги	Индекс интервала пробега	Ср. значения пробегов	Кол-во значений L <sub>г</sub> г в г-м интервалов N <sub>гг</sub> (*)
1	0			
		1	3,2	0
2	5			
		2	8,2	39
3	10			
		3	13,2	60
4	15			
		4	18,2	90
5	20			
		5	23,2	80
6	25			
		6	28,2	35
7	30			

### 1.2.2 Расчет количества автомобилей в регионе

Количество легковых автомобилей в регионе:

$$N_i = \frac{A_i \cdot n_i}{1000}, \quad (1.1)$$

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 ( $i=1$ ):

$$N_1 = \frac{1035528 * 16,15}{1000} = 16723(\text{авт.})$$

Для перспективного периода ( $i=2$ ):

$$N_2 = \frac{1150000 * 28,12}{1000} = 32338(\text{авт.})$$

### 1.2.3 Расчет динамики изменения насыщенности населения региона легковыми автомобилями

При расчете динамики изменения количества легковых автомобилей в регионе или насыщенности ими населения региона  $t_i = m$  должен составлять не менее 5–7 лет.

Таблица 1.6 – Динамика изменения насыщенности населения региона автомобилями на ретроспективном периоде

№ п.п.	Годы $T_i$	Годы $t_i$ $t_i = T_i - 2010$	Насыщенность авт/1000 жит
1	2010	0	9,42
2	2011	1	11,19
3	2012	2	13,24
4	2013	3	14,96
5 (текущий период)	2014	4=m	16,15

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  $n_{max} = n_2$ .

Зависимость насыщенности от времени можно выразить дифференциальным уравнением вида:

$$\frac{dn}{dt} = qn(n_{max} - n), \quad (1.2)$$

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.

$$q = - \frac{\sum_{t=1}^m (\Delta n_t n_t^2) - n_{max} \sum_{t=1}^m (\Delta n_t n_t^2)}{n_{max}^2 \sum_{t=1}^m n_t^2 - 2n_{max} \sum_{t=1}^m n_t^3 + \sum_{t=1}^m n_t^4} \quad (1.3)$$

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.

$$n_t = \frac{n_{max}n_m}{n_m + (n_{max} - n_m) \cdot \exp[-qn_{max}(t - m)]} , \quad (1.4)$$

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

Решение уравнения (4) относительно фактора времени  $t$ , позволяет оценить временной интервал (лаг) выхода насыщенности населения легковыми автомобилями на заданное предельное (или близкое к нему) значение насыщенности  $n < n_{max} = n_2$ :

$$t_{л} = m - \frac{\ln \left[ \left( \frac{n_{max}n_m}{n_t} - n_m \right) / (n_{max} - n_m) \right]}{q_{max}^n} \quad (1.5)$$

Таблица 1.7 – Изменение и прирост насыщенности населения легковыми автомобилями на ретроспективном периоде

№ п.п.	Годы, $t_i$	Насыщенность, $n_t$	Прирост насыщенности, $\Delta n_t$
1	0	9,42	0
2	1	11,19	1,77
3	2	13,24	2,05
4	3	14,96	1,72
5	4	16,15	1,19

В данной таблице, прирост насыщенности  $\Delta n_t$  равен:

$$\Delta n_t = n_{ti} - n_{t(i-1)} , \quad (1.6)$$

Расчет коэффициента пропорциональности  $q$ : для  $n_{max} = n_2 = 28,12$ ;  $n_m = n_1 = 16,15$ ,  $q$  равно:

$$q = - \frac{(1276 - 28,12 \cdot 91,89)}{(150833,817)} = 0,0086$$

Прогнозная оценка динамики изменения насыщенности населения легковыми автомобилями в регионе: для  $n_{max} = n_2 = 28,12$ ;  $n_m = n_1 = 16,15$   $m = 4$  насыщенность в 2014г. ( $t=5$ ) составит:

$$n_{t=5} = \frac{28,12 * 16,15}{16,15 + (28,12 - 16,15) \cdot \exp[-0,0086 \cdot 28,12(5 - 4)]} = 17,7$$

$$n_{t=16} = \frac{28,12 * 16,15}{16,15 + (28,12 - 16,15) \cdot \exp[-0,0086 \cdot 6(16 - 4)]} = 27,02$$

Таким образом, заданная (перспективная) предельная насыщенность населения автомобилями  $n_{max} = n_2 = 28,12$  авт./1000 жит. может быть достигнута через  $(16 - 4 = 12)$  лет.

Действительно, выполнив проверку по выражению (5) и задаваясь  $n_t$  близким к 100 авт./1000 жит. (например,  $n_t = 98$ ) имеем:

$$t_{л} = 4 - \frac{\ln\left[\left(\frac{28,12 \cdot 16,15}{27,02} - 16,15\right) / (28,12 - 16,15)\right]}{0,0086 \cdot 28,12} \approx 16(\text{лет}),$$

что является больше минимального временного лага, равного 5...7 годам, необходимого для прогноза представленных выше показателей.

Результаты прогнозируемого изменения насыщенности населения региона автомобилями представлены на рисунке 1.9.

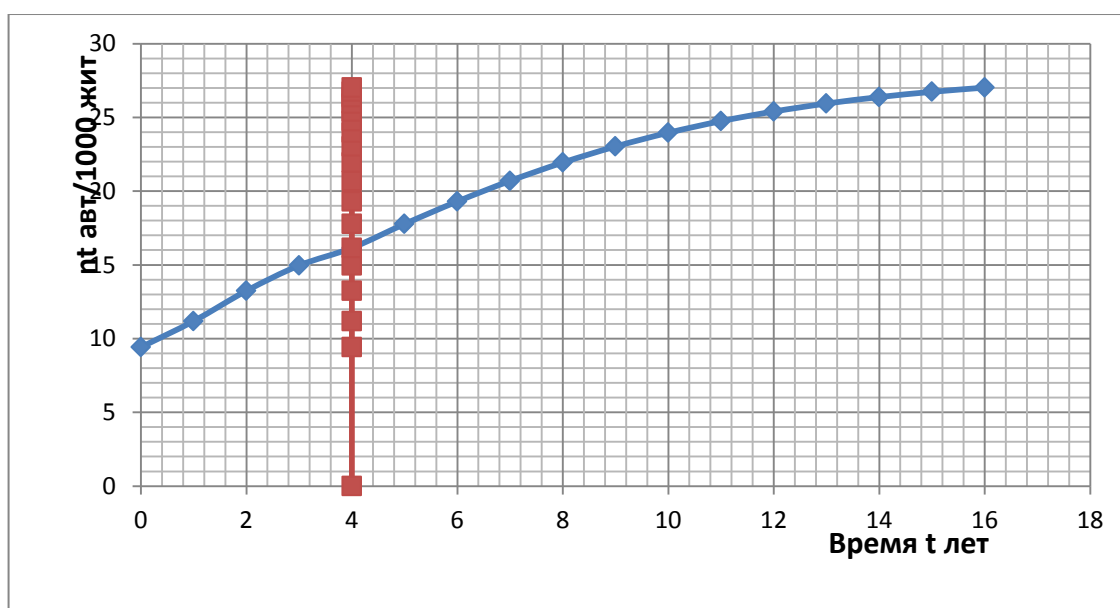


Рисунок 1.9 – Графическая иллюстрация прогноза насыщенности населения региона легковыми автомобилями.

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

Средневзвешенный годовой пробег автомобилей:

$$\bar{L}_{\Gamma j} = \frac{\sum_{r=1}^R \bar{L}_{\Gamma jr} \cdot n_{jr}}{\sum_{r=1}^R n_{jr}}, \quad (1.7)$$

где  $L_{\Gamma jr}$  – средний годовой пробег автомобиля в интервале пробега  $r$ ;  
 $n_{jr}$  – количество значений пробегов  $L_{\Gamma jr}$  в интервалах,  $r = (\overline{1, R})$ .

Средневзвешенный годовой пробег автомобилей:

Для текущего момента:

$$L_{\Gamma 1} = 7 \text{ (тыс. км.)}$$

Для перспективного момента:

$$L_{\Gamma 2} = 8 \text{ (тыс. км.)}$$

Средневзвешенная наработка на один автомобиле – заезд на СТО:

$$\bar{L}_i = \sum_{j=1}^j \bar{L}_{ij} * P_{ij} \quad (1.8)$$

$$\bar{L}_{i1} = 7 * 1 = 7 \text{ (тыс. км)}$$

Для перспективного момента:

$$\bar{L}_{i2} = 8 * 1 = 8 \text{ (тыс. км)}$$

Годовое количество обращений (заездов) автомобилей региона на СТО:

$$N_{\Gamma i} = N_i \cdot \beta_i \cdot \frac{\bar{L}_{\Gamma i}}{\bar{L}_i} \quad (1.9)$$

Для текущего момента:

$$N_{\Gamma i=1} = 16723 * 0,85 * 1 = 14214,55 \text{ (обращений)}$$

Для перспективного момента:

$$N_{\Gamma i=2} = 32338 * 0,9 * 1 = 29104,2 \text{ (обращений)}$$



Результаты расчета основных показателей приводятся в таблице 1.8

Таблица 1.8 – Основные показатели, характеризующие потребность региона в услугах автосервиса

Временной период $i$	Кол-во л/а в регионе $N_i$	Средневзвешенный годовой пробег автомобилей по маркам $L_j$ тыс.км	Средневзвешенный годовой проб всех авто для рассматр. Периода $i$	Средневзвешенная наработка на 1 авто-заезд СТО $L_i$ тыс. км	Общее годовое кол-во заездов авто региона на СТО $N_{Gi}$
		Chevrolet $L_{G1}$			
текущий	16723	16	17	7,5	14214
перспек.	32338	18			29104

### 1.3 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе. Этап № 2

#### 1.3.1 Общие принципы оценки спроса на услуги

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,  $W_K$

В тоже время необходимо проведение экспертной оценки действующих СТО, с точки зрения их ближайших перспектив развития на временном лаге равном  $t_{Д} = 2...3$  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.

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.

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

Оценка спроса на текущий период:

Экспертная оценка спроса на текущий период представлена в виде таблицы 1.9

Таблица 1.9 – Экспертная оценка СТО

Номер СТО $k=(1,K)$	Текущий период			Ближайшая перспектива ( $t_k=2...3$ г)				
	Годовой спрос (фактическое количество обращений СТО) $M_k$	Удовлетворение спроса $W_k$ %	Распределение заезда по моделям автомобилей $V_{kj}^{(1)}$ , %	Возможность увеличения числа обращений после развития СТО в $n$ раз, $S_k=(1,G_k)$ , $k=(1,K)$				Распределен ие обращений по моделям автомобилей после развития СТО $V_{kj}^{(2)}$ , %
				Номер эксперта , $S_k$				
			Chevrolet	1	2	3	4	Chevrolet
1	5000	80	30	1,6	1,7	1,8	1,6	80
2	4500	45	45	1,9	1,6	1,7	1,8	65
3	4000	70	10	1,7	1,8	1,5	1,6	90
4	6000	80	80	2	1,9	1,5	1,4	95

Оценка удовлетворённого и неудовлетворённого спроса производится на основе данных таблицы 1.9.

Удовлетворённый спрос по  $k$ -ой СТО:

$$M_{ук} = \frac{M_k W_k}{100}, \quad (1.10)$$

где  $k$  – индекс (номер) СТО;

$W_k$  – удовлетворённый спрос, %.

$$M_{y1} = \frac{5000 \cdot 80}{100} = 4000;$$

$$M_{y2} = \frac{4500 \cdot 45}{100} = 2025$$

$$M_{y3} = \frac{4000 \cdot 70}{100} = 2800;$$

$$M_{y4} = \frac{6000 \cdot 80}{100} = 4800.$$

$M_{ykj} = M_{yk} \frac{B_{kj}^1}{100}$ , (12) где  $B_{kj}^1$  – распределение заездов автомобилей на СТО по моделям в текущий период, %.

$$M_{ykJ1} = 4000 \cdot \frac{30}{100} = 1200$$

$$M_{ykJ2} = 2025 \cdot \frac{45}{100} = 911$$

$$M_{ykJ3} = 2800 \cdot \frac{10}{100} = 280$$

$$M_{ykJ4} = 4800 \cdot \frac{80}{100} = 3840$$

Общий годовой спрос:

$$M = \sum_{k=1}^K M_k \tag{1.11}$$

$$M = 5000 + 4500 + 4000 + 6000 = 19500$$

Общий удовлетворённый годовой спрос на всех СТО:

$$M_y = \sum_{k=1}^K M_{yk} \tag{1.12}$$

$$M_y = 4000 + 2025 + 2800 + 4800 = 13625$$

Неудовлетворённый спрос по всем СТО для всех моделей автомобилей:

$$M_{\text{нy}} = M - M_y \quad (1.13)$$

$$M_{\text{нy}} = 19500 - 13625 = 5875$$

Результат оценки удовлетворённого спроса на услуги автосервиса приведён в таблице 1.10

Таблица 1.10 – Оценка удовлетворённого спроса на услуги автосервиса в регионе на текущий период

Номер СТО $k = (\overline{1, k})$	Годовой спрос $M_k$	Удовлетворение спроса $W_k$ , %	Удовлетворительный спрос	
			Всего Myk	В том числе по моделям Mykj
				Chevrolet Myk
1	5000	80	4000	1200
2	4500	45	2025	911
3	4000	70	2800	280
4	6000	80	4800	3840
Всего	19500		13625	6231

Годовой спрос клиентуры из других регионов:

$$M' = M - N_{\Gamma i=1} \quad (1.14)$$

$$M' = 19500 - 14214 = 5286 \text{ (заезд.)}$$

Максимальный годовой спрос на перспективу (1=2) с учетом обслуживания клиентуры из других регионов и принятого допущения по ее росту, пропорционально росту клиентуры рассматриваемого региона, может быть приближенно определен из выражения

$$M_{\Pi} = N_{\Gamma i=2} + M' \cdot \frac{N_{\Gamma i=2}}{N_{\Gamma i=1}} \quad (1.15)$$

$$M_{\Pi} = 29104 + 5286 \cdot (29104/14214) = 39,927$$

Анализ результатов оценки спроса на услуги автосервиса в регионе

Анализ полученных результатов 2-го этапа оценки спроса на услуги автосервиса в регионе показывает на следующее:

- годовой спрос по совокупности СТО на текущий момент времени  $t = m = 4$  ( $T = 2014г.$ ) составляет 19500 обращений;
- при этом величина неудовлетворённого спроса составляет 5875 (случая), т.е. примерно 30,12%;

- всего, на перспективу, на момент времени  $t = 9$  лет (т.е. к  $T = 2024$  году) прогноз спроса составит 39927 обращений в год;
- таким образом, через 9 лет, по сравнению с сегодняшним состоянием, появляется необходимость в потенциальном дополнительном удовлетворении ТО и Р автомобилей СТО региона в размере 29927 обращений.

На основе полученных результатов и их анализа может быть принято решение о строительстве новой СТО, поскольку на текущий момент времени имеет место значительный неудовлетворенный спрос на услуги. Тем более через 9 лет значение спроса на услуги вырастет в 2,04 раза. При этом на ближайшую перспективу не предусматривается существенного роста мощности конкурирующих СТО региона.

Предварительный анализ показывает, что даже при условии строительства нескольких СТО в данном регионе с мощностью, сопоставимой с существующими СТО, риск конкуренции увеличивается незначительно. Однако для получения более точных результатов, требуется проведение расчетов, связанных с оценкой динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе и на его основе определения рациональной мощности строящейся СТО.

#### 1.4 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе. Этап № 3

Для коэффициента пропорциональности  $\varphi$  и значений спроса на услуги по годам  $y_t$  используются следующие выражения:

$$\varphi = - \frac{\sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t^2) - M_n \sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t)}{M_n^2 \sum_{t=1}^m y_t^2 - 2M_n \sum_{t=1}^m y_t^3 + \sum_{t=1}^m y_t^4} \quad (1.16)$$

$$y_t = \frac{M_n M}{M + (M_n - M) \cdot \exp[-\varphi M_n (t - m)]} \quad (1.17)$$

В выражении (1.16)  $\Delta y_t$  есть годовой прирост спроса на услуги по ТО и Р в интервале времени  $(t_i \dots t_{i-1})$  на ретроспективном периоде, т.е.:

$$\Delta y_t = y_{ti} - y_{t(i-1)} \quad (1.18)$$

Оценка изменения спроса на услуги для СТО региона:

Исходные данные:

- спрос на текущий момент времени  $M = 19500$  тыс.обращений в год;
- прогноз максимального перспективного спроса через  $t = 9$  лет  $M_{\text{п}} = 39927$  тыс.обращений в год;

Насыщенность региона автомобилями заданной марки представлена в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – насыщенность региона автомобилями заданной марки

	Годы выпуска а/м				
	2010	2011	2012	2013	2014
Количество а/м, шт.	1162	1735	2050	1746	1232
Численность населения, чел.	973,8	979,6	997,3	1016,3	1035,5
Насыщенность, авт./100 жит.	1,19	1,77	2,06	1,72	1,19

Таблица 1.12 – Изменение и прирост спроса на услуги по ТО и Р автомобилей на СТО региона

№ п.п.	Годы $T_i$	Годы $t_i$ , $t_i = T_i - 2010$ (лет)	Спрос $y_t$ (тыс.обращений в год)	Прирост спроса $\Delta y_t$ (тыс.обращений в год)
1	2010	0	8,8	0
2	2011	1	10,5	1,7
3	2012	2	12,5	2
4	2013	3	14,3	1,8
5	2014	4=m	15,5	1,2

Результаты расчёта:

Оценка коэффициента пропорциональности  $\varphi$ :

$$\varphi = - \frac{(1,7 \cdot 10,5^2 + 2 \cdot 12,5^2 + 1,8 \cdot 14,3^2 + 1,2 \cdot 15,5^2) - 39,927^2(10,5^2 + 12,5^2 + 14,3^2 + 15,5^2) - 2 \cdot 39,927 \cdot (1,7 \cdot 10,5 + 2 \cdot 12,5 + 1,8 \cdot 14,3 + 1,2 \cdot 15,5)}{39,927^2(10,5^3 + 12,5^3 + 14,3^3 + 15,5^3) + (10,5^4 + 12,5^4 + 14,3^4 + 15,5^4)} = 0,004738$$

Прогнозная оценка динамики изменения спроса на услуги в регионе на временном лаге, соответствующем окончанию строительства и запуска СТО, равном 2 года:

спрос на конец текущего года ( $t = m = 4$ ):

$$y_{t=5} = \frac{39,9 \cdot 19,5}{19,5 + (39,9 - 19,5) \cdot \exp[-0,004738 \cdot 39,9(5 - 4)]} = 12,23$$

спрос на конец 2-го года и окончания строительства СТО:

$$y_{t=6} = \frac{39,9 \cdot 19,5}{19,5 + (39,9 - 19,5) \cdot \exp[-0,004738 \cdot 39,9(6 - 4)]} = 21,17$$

Аналогично рассчитаем спрос на последующие года  
спрос на конец 28-го года:

$$y_{t=28} = \frac{39,9 \cdot 19,5}{19,5 + (39,9 - 19,5) \cdot \exp[-0,004738 \cdot 39,9(28 - 4)]} = 39,06 \text{ (тыс. обращений в год)}$$

Таким образом, разрыв между спросом на 43 год и текущим удовлетворённым спросом составляет  $(39,06 - 12,23 = 26,83)$  обращений.

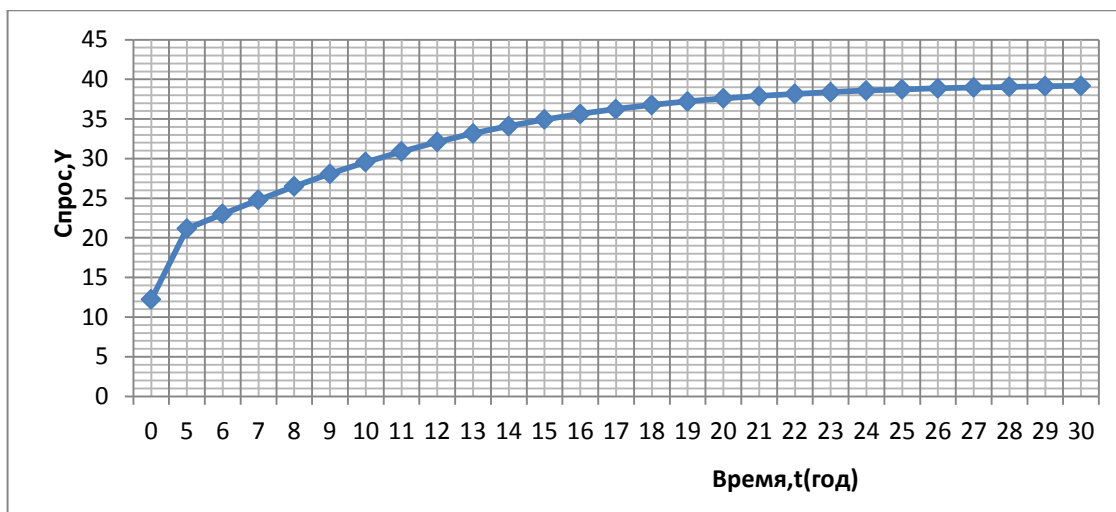


Рисунок 1.10 – Графическая иллюстрация прогнозного изменения спроса на услуги в регионе на множестве СТО

Прогнозируемый спрос на услуги к-ой СТО по результатам оценки  $C_k$ -м экспертом:

$$N_{C_k}^B = M_{ук} \alpha_{C_k}, \quad (1.19)$$

Где,  $\alpha_{C_k}$  – возможное увеличение числа обращений на СТО на ближайшую перспективу с учётом её развития.

$$N_{C_k}^B (1.1) = 4000 \cdot 1,6 = 6400$$

$$N_{C_k}^B (1.2) = 2025 \cdot 1,9 = 3847$$

$$N_{C_k}^B (1.3) = 2800 \cdot 1,7 = 4760$$

$$N_{C_k}^B (1.4) = 4800 \cdot 2 = 9600$$

Таблица 1.13 – Прогнозируемый спрос

№	Удовлетворенный спрос по СТО	Спрос, прогнозируемый экспертами			
		№ экспертов			
		1	2	3	4
1	4000	6400	6800	7200	6400
2	2025	3847,5	3240	3442,5	3645
3	2800	4760	5040	4200	4480
4	4800	9600	9120	7200	6720
Итого	13625	24607,5	24200	22042,5	21245



Среднее значение прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\bar{N}_k^B = \frac{\sum_{C_k=1}^{G_k} N_{C_k}^B}{G_k}, \quad (1.20)$$

Где,  $G_k$  – количество экспертов  $k$ -й СТО.

$$\bar{N}_1^B = \frac{6400+6800+7200+6400}{4} \approx 6700(\text{заездов})$$

$$\bar{N}_2^B = \frac{3847+3240+3442+3645}{4} \approx 3543(\text{заездов})$$

$$\bar{N}_3^B = \frac{4760+5040+4200+4480}{4} \approx 4620(\text{заездов})$$

$$\bar{N}_4^B = \frac{9600+9120+7200+6720}{4} \approx 8160(\text{заездов})$$

Среднее значение спроса, приходящегося на 1 СТО рассматриваемого региона:

$$\bar{N}^B = \frac{\sum_{k=1}^K N_k^B}{K}, \quad (1.21)$$

$$\bar{N}^B = \frac{6700+3543+4620+8160}{4} \approx 5755 (\text{заездов})$$

Среднеквадратичное отклонение среднего прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\sigma(\bar{N}^B) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (\bar{N}_k^B - \bar{N}^B)^2}{K - 1}} \quad (1.22)$$

$$\begin{aligned} \sigma(\bar{N}^B) &= \sqrt{\frac{(6700 - 5755)^2 + (3543 - 5755)^2 + (4620 - 5755)^2 + (8160 - 5755)^2}{4 - 1}} \\ &= 2070 (\text{обращений}) \end{aligned}$$

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

$$M_6 = \bar{N}^B K \quad (1.23)$$

$$M_6 = 5755 \cdot 4 = 23023 (\text{обращений})$$

Дополнительный спрос на услуги по СТО региона на момент запуска проектируемой СТО:

$$M_{\text{ду}} = y_{\text{п}} - M_{\text{в}}, \quad (1.24)$$

где  $y_{\text{п}} = y_{t=28} = 39060$  обращений – потенциальный прогнозируемый спрос в регионе на момент запуска СТО;

$M_{\text{в}}=23023$  заездов – прогнозируемый спрос на существующих СТО в момент времени  $t = m = 4$ .

$$M_{\text{ду}} = 39060 - 23023 = 16037(\text{обращений})$$

Полные результаты расчёта представлены в таблице 1.14

Таблица 1.14 – Оценка спроса на услуги автосервиса на перспективу

№ СТО	Удовлетвор. спрос по СТО $M_{\text{ук}}$	Спрос, прогнозируемый экспертами $N_{\text{Ск}}^B$				Среднее значение прогноз. спроса по действующим СТО $N_k^B$	Среднее значение прогноз. спроса по СТО $\bar{N}^B$	Среднеквадр. отклонение спроса $\sigma(\bar{N}^B)$	Общее прогноз. кол-во заездов на действ. СТО региона $M_{\text{в}}$
		1	2	3	4				
1	4000	6400	6800	7200	6400	6700	5755	2070	23023
2	2025	3847,5	3240	3442,5	3645				
3	2800	4760	5040	4200	4480				
4	4800	9600	9120	7200	6720				
Итого	13625	24607	24200	22042	21245	23023			

Анализ перспектив развития сети СТО в регионе. При перспективном максимальном годовом спросе  $M_{\text{п}} = 39927$  обращений, на момент запуска строящейся СТО общий спрос в рассматриваемом регионе составит  $y_{\text{п}} = y_{t=28} = 39060$  заезда. В то же время возможный прогнозируемый спрос на услуги по существующим СТО составит  $M_{\text{в}} = 23023$  обращений в год. Следовательно, потенциальный дополнительный спрос на услуги в регионе на момент запуска проектируемой СТО  $M_{\text{ду}} = 16037$  обращений.

## 1.5 Прогнозирование спроса на услуги автосервиса в регионе проектируемой СТО. Этап № 4

Исходные данные:

- среднее значение удовлетворённого спроса по рассмотренным действующим СТО региона  $\bar{N}^B=5755$  (обращений);
- среднее квадратичное отклонение спроса  $\sigma(\bar{N}^B)=2070$  (обращение).

Расчёт – прогноз спроса для проектируемой СТО

Коэффициент вариации  $N^B$ :

$$v(N^B) = \frac{\sigma(N^B)}{\bar{N}^B} \quad (1.25)$$

$$v(N^B) = \frac{2070}{5755} = 0,36$$

Задаваясь вероятностью  $\alpha$  того, что при  $\bar{N}^B=5755$  обращений в год, спрос на услуги не превысит величины  $\tilde{N}^B$ , находим его верхнее значение:

$$\tilde{N}^B = \bar{N}^B \pm Z_\alpha \sigma(\bar{N}^B) \quad (1.26)$$

При этом может иметь место частичное недоиспользование мощности проектируемой СТО.

В выражении (1.26)  $Z_\alpha$  – нормированная случайная величина для задаваемой вероятности  $\alpha$ .

Обычно значение вероятности  $\alpha$  задаётся в диапазоне от 0,8 до 0,95. Для  $\alpha=0,9$  табулированное значение  $Z_\alpha = 1,33$ . Таким образом, для  $\alpha=0,9$ ,  $\tilde{N}^B$  будет равно:

$$\tilde{N}^B = 5755 + 1,33 \cdot 2070 = 8508$$

По результатам расчёта установлено, что дополнительный спрос в регионе на перспективу составляет  $M_{\text{ду}} = 16037$  обращений, а средний на одну СТО, по оценке экспертов  $\bar{N}^B = 5755$  обращений.

Таким образом  $5755 < 8508 < 16037$

Это свидетельствует о том, что для данных условий гарантируемый спрос на услуги для проектируемой СТО может быть принят в размере до 16037 обращений (заездов) в год.

## **2 Описание проблемной зоны автомобиля Chevrolet Niva**

Холодная и очень холодная климатические зоны занимают большую часть территории нашей страны. При эксплуатации легковых автомобилей в этих районах в зимний период существенно ухудшается уровень теплового комфорта в салоне и в целом все системы автомобиля испытывают дополнительную нагрузку. Особенностью наиболее распространенной системы отопления на легковых автомобилях, использующей тепло охлаждающей жидкости двигателя, является необходимость его работы при обогреве салона во время стоянки, что требует дополнительного расхода топлива. Зимой, повышается интенсивность работы системы вентиляции и отопления, для того чтобы обогреть салон и убрать ледяную корку с лобового и боковых стекол. Разность температур окружающей среды и салона автомобиля в первую очередь сказывается на лобовом стекле. В то время когда за окном минусовая температура, лобовое стекло автомобиля остывает во время стоянки. Садясь в автомобиль, произведя пуск двигателя для более быстрого прогрева, многие отключают печку, тем самым производят ошибочное действие. При последующем включении печки, из воздуховода на лобовое стекло автомобиля направляется струя разогретого воздуха. Далее автостекло в области обогрева может не выдержать разности температур и лопнуть. В этом случае ремонт стекла произвести не возможно. Предстоит замена автостекла. Оценка влияния зимних условий эксплуатации на температурный режим воздуха в салоне легковых автомобилей на примере Chevrolet Niva является актуальной научной задачей, решение которой способствует повышению эффективности эксплуатации автомобилей.

### **2.1 Статистика по эксплуатации лобовых стекол**

На автомобиле «Chevrolet Niva» есть проблема. Трескается лобовое стекло в районе VIN номера. Подобные случаи есть и на других современных моделях «Chevrolet». Существует мнение, что данная неисправность происходит из-за обогрева зоны стеклоочистителей (близко расположены питающие контакты нити обогрева). Возможно, во влажную погоду образуется конденсат на внутренней части стекла, вследствие чего при включении опции обогрева образуется некоторое напряжение стекла, что и вызывает трещину. Гарантия на лобовое стекло составляет 1 год или 15 тыс. км. Трещина не имеет наружных сколов, потому страховым случаем не признаётся.

Таблица 2.1 – Статистика по эксплуатации лобовых стекол владельцев автомобиля «Chevrolet Niva» за 2010 – 2014 гг

Вариант ответа	Количество проголосовавших	Процент, %
Треснуло при прогреве нитью обогрева дворников (2012 г.)	17	3,28
Треснуло при прогреве нитью обогрева дворников (2013 г.)	31	5,97
Треснуло при прогреве нитью обогрева дворников (2014 г.)	21	4,05
Треснуло, но точно не понял(а) отчего. То ли от камня, то ли от обогрева.	70	13,49
Треснуло в плюсовую температуру. Обогрев не включал(а)	33	6,36
Треснуло в минусовую температуру. Обогрев не включал(а)	30	5,78
У меня ничего не трескалось (2012 г.)	61	11,75
У меня ничего не трескалось (2013 г.) После месяца зимней эксплуатации	98	18,88
У меня ничего не трескалось (2014 г.) После месяца зимней эксплуатации	89	17,15
У меня нет лобового стекла	69	13,29
Итого:	519	100

В таблице 2.1 приведена статистика с сайта владельцев автомобиля «Chevrolet Niva». На рисунке 1 показан график распределения голосов.

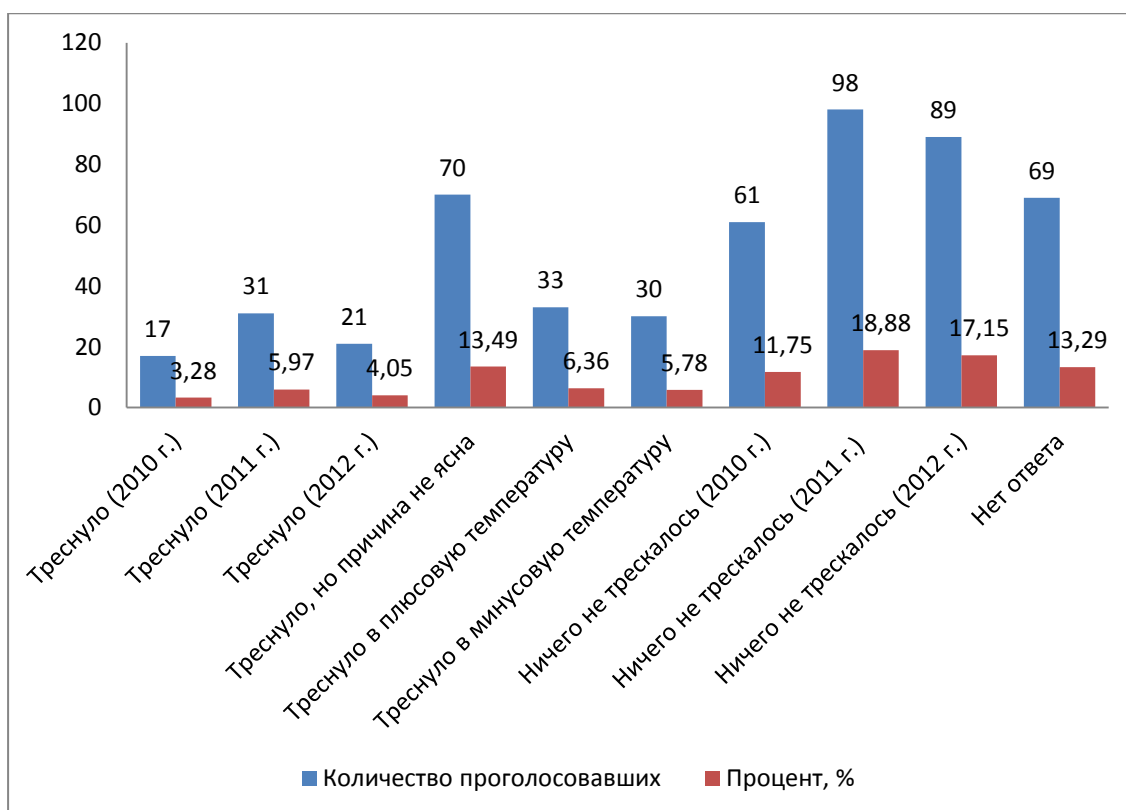


Рисунок 2.1 – Статистика по эксплуатации лобовых стекол владельцев автомобиля «Chevrolet Niva» за 2010 – 2014 гг

Владельцы автомобиля «Chevrolet Niva» не знают как правильно пользоваться системой вентиляции и отопления салона, для того чтобы убрать ледяную корку с лобового стекла, вследствие чего оно у них трескается. Со своей проблемой они едут к своему дилеру. В инструкции по эксплуатации данному вопросу не уделено внимания. Инженеры по гарантии в дилерских центрах могут признать трещину в нижней части стекла гарантийным случаем и заменить лобовое стекло по гарантии. Целью моей бакалаврской работы будут рекомендации по диагностике с помощью тепловизора.

## 2.2 Статистика замены лобовых стекол в АТЦ «Викинг-моторс»

В Красноярске официальным дилером марки Chevrolet является компания «Викинг-моторс», "Атлантик Моторс", ДЦ Центральный.

Таблица 2.2 – Статистика по эксплуатации лобовых стекол владельцев автомобиля «Chevrolet Niva» за 2015 – 2016 гг

Дата	Σз.н, шт	Марка автомобиля	Гос номер	Год выпуска	Пробег, км	Цена нового лобового стекла, руб	Цена к-та для вклейки стекла, руб	Цена работы по замене лобового стекла, руб	Итого, руб
03.09.2015	16	Chevrolet Niva	у321ак	2014	24952	2410	1400	1700	5510
09.09.2015	9	Chevrolet Cruze	м343уа	2013	25443	5600	1400	2100	9100
21.09.2015	8	Chevrolet Niva	с335ау	-	16152	2410	1400	1700	5510
		Chevrolet Aveo	х304хн	2014	16393	3900	1400	1753	7053
09.10.2015	11	Chevrolet Cruze	х670ео	2010	78124	5600	1400	2100	9100
23.10.2015	9	Chevrolet Niva	х570ат	2015	14878	2410	1400	1700	5510
04.11.2015	11	Chevrolet Aveo	н274ар	2010	65452	3900	1400	1753	7053
13.11.2015	6	Chevrolet Niva	с036аа	2012	98665	2410	1400	1700	5510
01.12.2015	14	Chevrolet Aveo	т616ур	2010	43670	3900	1400	1753	7053
17.12.2015	17	Chevrolet Niva	у389во	2012	31341	2410	1400	1700	5510
20.02.2016	17	Chevrolet Aveo	с535хс	2010	50982	3900	1400	1753	7053
		Chevrolet Niva	о248ху	2010	133259	2410	1400	1700	5510
07.03.2016	13	Chevrolet Captiva	р311ух	2011	64122	9950	1400	2400	15900
		Chevrolet Niva	с776хх	2013	62796	2410	1400	1700	5510
26.03.2016	16	Chevrolet Niva	м913вв	2012	45038	2410	1400	1700	5510
		Chevrolet Captiva	т851кр		40369	12100	1400	2400	15900
		Chevrolet Cruze	т150вв	2012	20820	5600	1400	2100	9100
09.04.2016	9	Chevrolet Niva	м723кв	2014	22546	2410	1400	1700	5510
15.04.2016	9	Chevrolet Cruze	с525уу	2010	76778	5600	1400	2100	9100
		Chevrolet Niva	у923хх	2009	98823	2410	1400	1700	5510
24.04.2016	23	Chevrolet Aveo	в530тн	2009	78786	3900	1400	1753	7053
		Chevrolet Niva	м771ху	2013	19839	2410	1400	1700	5510
		Chevrolet Cruze	е171тт	2009	152157	5600	1400	2100	9100
		Chevrolet Niva	н400хм		125461	2410	1400	1700	5510
07.05.2016	6	Chevrolet Niva	в440уе	2010	116746	2410	1400	1700	5510
		Chevrolet Aveo	о204ан	2009	122699	3900	1400	1753	7053
		Chevrolet Niva	х583ам	2012	22397	2410	1400	1700	5510

### 2.3 Критическая величина разности температур, при которой наступит зарождение трещины в ветровом стекле

Определим разницу температур, при которой на половине лобового стекла вследствие неравномерного нагрева двух слоев по глубине должна появиться трещина поперечно градиента температур (рисунок 2.2).

Изменение длины наружного либо внутреннего слоя стекла от нагрева составит:

$$\Delta l = l\alpha\Delta T, \quad (2.1)$$

где  $\Delta l$  – изменение длины, м;

$l$  – длина нагретого участка стекла, равная 0,65 м;

$\alpha$  – термический коэффициент линейного расширения, равный для стекла  $9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

Напряжение в растянутом слое стекла определяется по формуле (2.2):

$$\sigma = F/S \quad (2.2)$$

где  $\sigma$  – напряжение растяжения, предельное значение для стекла составляет  $20 \text{ мПа} = 20 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ ;

$S$  – площадь поперечного сечения стекла в зоне трещины,  $\text{м}^2$ ;

$F$  – усилие растяжения-сжатия, Н.



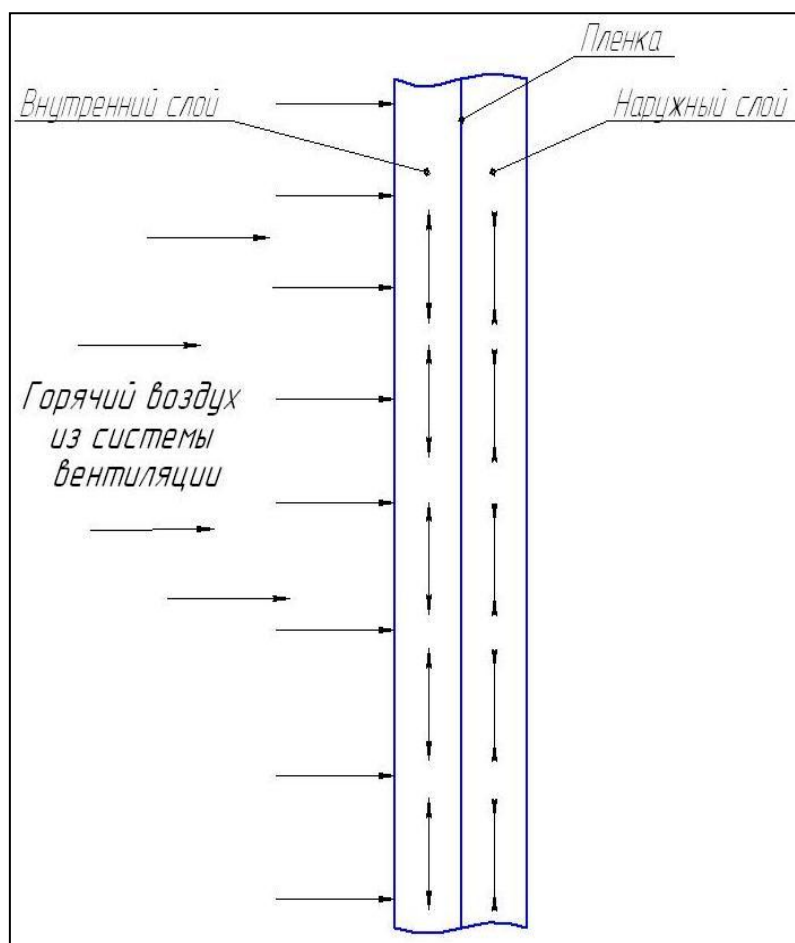


Рисунок 2.2 – Схема автомобильного стекла при работе отопителя салона

Модуль Юнга (модуль упругости) — коэффициент, характеризующий сопротивление материала к растяжению/сжатию при упругой деформации.

Исходя из определения модуля Юнга:

$$E = \frac{F/S}{x/l} = \frac{Fl}{Sx}, \quad (2.3)$$

где  $E$  – модуль упругости, Па;

$F$  – сила, Н;

$S$  – площадь поверхности, по которой распределено действие силы;

$l$  – длина деформируемого стержня, м;

$x$  – модуль изменения длины стержня в результате упругой деформации (измеренного в тех же единицах, что и длина  $l$ ) в данном случае  $x = \Delta l$ .

Модуль Юнга для многослойного стекла  $E = 8 \cdot 10^4$  мПа.

Таким образом, объединяя формулы (2.1), (2.2) и (2.3), получаем:

$$E = \sigma/(\Delta l/l) = \sigma/(l\alpha\Delta T/l) = \sigma/(\alpha\Delta T) \quad (2.4)$$

Поскольку нас интересует критическая величина разности температур, при которой наступит зарождение трещины, то преобразуем формулу:

$$\Delta T = \sigma / (E \cdot \alpha) = 20 / (8 \cdot 10^4 \cdot 9 \cdot 10^{-6}) = 27,7 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.5)$$

Таким образом, при разнице температур более, чем 27,7 °С стекло может лопнуть, или дать трещину. Разумеется в реальной обстановке характеристики различных стекол незначительно отличаются. ГОСТ 5727 – 88 не предъявляет особых требований по термостойкости стекол к лобовым (ветровых стеклам).

### 3 Технологический расчет предприятия

#### 3.1 Расчет годовых объемов работ

$$T_{ТО-Р} = \frac{N_{СТО} \cdot L_{Г} \cdot t}{1000} \quad (3.1)$$

Где  $N_{СТО}$  – число автомобилей, обслуживаемых проектируемой СТОА в год;  
 $L_{Г}$  – среднегодовой пробег автомобиля;  
 $t$  – удельная трудоемкость работ по ТО и ТР. Определяется по формуле (3.2).

$$T = t_{н} \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (3.2)$$

Где  $t_{н}$  – нормативная трудоемкость работ,  $t_{н} = 2,3$  чел·ч;  
 $k_1$  – коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации,  $k_1 = 0,95$ ;  
 $k_3$  – коэффициент климатических условий,  $k_3 = 0,9$ .

$$T = 2,3 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 1,97 \text{ чел·ч}$$

$$T_{ТО-Р} = \frac{3200 \cdot 21000 \cdot 1,97}{1000} = 62055 \text{ чел·ч}$$

Годовой объем уборочно-моечных работ:

$$T_{УМР} = N_{СТО} \cdot d \cdot t_{УМР}, \quad (3.3)$$

где  $d$  – число заездов автомобилей на уборочно-моечные работы в год,  $d = 5$ ;  
 $t_{УМР}$  – средняя трудоемкость работ,  $t_{УМР} = 0,2$  чел·ч.

$$T_{У-М} = 3200 \cdot 5 \cdot 0,2 = 3200 \text{ чел·ч}$$

Годовой объем работ по антикоррозийной обработке автомобилей:

$$T_{АК} = N_{СТО} \cdot d_{ак} \cdot t_{ак}, \quad (3.4)$$

где  $d_{ак}$  – число заездов автомобилей на антикоррозийную обработку,  $d_{ак} = 1,0$   
 $t_{ак}$  – средняя трудоёмкость по антикоррозийной обработке,  $t_{ак} = 3,0$  чел·ч.

$$T_{АК} = 3200 \cdot 1,0 \cdot 3,0 = 4500 \text{ чел·ч}$$

Годовой объем работ по приемке-выдаче автомобилей:

$$T_{П-В} = N_{СТО} \cdot t_{ПВ} \cdot d_{ПВ}, \quad (3.5)$$

где  $t_{ПВ}$  – трудоемкость работ по приемке-выдаче автомобилей,  $t_{ПВ} = 0,2$  чел·ч;  
 $d_{ПВ}$  – число заездов автомобилей при приемке-выдаче,  $d_{ПВ} = 1,5-1,7$ .

$$T_{П-В} = 3200 \cdot 0,2 \cdot 1,7 = 510 \text{ чел·ч}$$

Годовой объем работ по предпродажной подготовке автомобилей:

$$T_{ПП} = 0,1 \cdot N_{СТО} \cdot t_{ПП}, \quad (3.6)$$

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

$$T_{ПП} = 0,1 \cdot 3200 \cdot 3,5 = 525 \text{ чел·ч}$$

Общая трудоемкость всех видов работ:

$$T_{ОБЩ} = T_{ТО-Р} + T_{У-М} + T_{АК} + T_{П-В} + T_{ПП} \quad (3.7)$$

$$T_{ОБЩ} = 62055 + 3200 + 4500 + 510 + 525 = 69090 \text{ чел·ч}$$

Трудоемкость вспомогательных работ:

$$T_{ВСП} = 0,3 \cdot T_{ОБЩ} \quad (3.8)$$

$$T_{ВСП} = 0,3 \cdot 69090 = 20727 \text{ чел·ч}$$

Таблица 3.1 – Распределение трудоемкости ТО и ТР автомобилей по видам работ

Вид работ	%	Т	Т <sub>РП</sub>		Т <sub>Уч</sub>	
			%	Т	%	Т
1. Диагностические	5	3454,5	100	3454,5	-	-
2. ТО в полном объеме	25	17272,5	100	17272,5	-	-
3. Смазочные	4	2763,6	100	2763,6	-	-
4. Регулировка установки углов передних колес	5	3454,5	100	3454,5	-	-
5. Ремонт и регулировка тормозов	5	3454,5	100	3454,5	-	-
6. Электротехнические	5	3454,5	80	2763,6	20	690,9

Окончание таблицы 3.1

Вид работ	%	Т	Т <sub>рп</sub>		Т <sub>уч</sub>	
			%	Т	%	Т
7. По приборам системы питания	5	3454,5	70	2418,2	30	1036,35
8. Аккумуляторные	2	1381,8	10	138,2	90	1243,6
9. Шиномонтажные	5	3454,5	30	1036,4	70	2418,2
10. Ремонт узлов, систем и агрегатов	10	6909	50	3454,5	50	3454,5
11. Кузовные и арматурные	10	6909	75	5181,8	25	1727,5
12. Окрасочные и противокоррозионные	10	6909	100	6909	-	-
13. Обойные	1	690,9	50	345,5	50	345,5
14. Слесарно-механические	8	5527,2	-	-	100	5527,2
15. Уборочно-моечные	-	-	100	1500	-	-

Таблица 3.2 – Распределение трудоемкости вспомогательных работ

Вид работ	%	СТО
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	25	5181,8
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	4145,4
Перегон автомобилей	10	2072,7
Приемка, хранение и выдача материальных ценностей	20	4145,4
Уборка производственных помещений и территории	15	3109,1
Обслуживание компрессорного оборудования	10	2072,7
Итого	100	20727

### 3.2 Расчет численности производственных рабочих

К производственным рабочим относятся рабочие зон 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:

$$P_T = \frac{T_{Гi}}{\Phi_T}, \quad (3.9)$$

где  $T_{Гi}$  – объём работ по видам выполняемых работ;

$\Phi_T$  – годовой фонд технологически необходимого времени,  $\Phi_T = 2070$  ч.

Штатное число рабочих:

$$P_{Ш} = \frac{T_{Гi}}{\Phi_{Ш}}, \quad (3.10)$$

Где  $\Phi_{Ш}$  – годовой эффективный фонд времени штатного рабочего

$\Phi_{Ш} = 1820$ ч.

Таблица 3.2.1 – Численность производственных рабочих по ТО и ТР

Виды работ	$T_{РП}$	$T_{Уч}$	$\Phi_T$	$\Phi_{Ш}$	$P_T$		$P_{Ш}$	
					$P_{РП}$	$P_{Уч}$	$P_{РП}$	$P_{Уч}$
1. Диагностические	3454,5	-	2070	1820	1,67	0,00	2,00	0,00
2. ТО в полном объеме	17272,5	-	2070	1820	8,34	0,00	9,00	0,00
3. Смазочные	763,6	-	070	820	1,34	0,00	2,00	0,00
4. Регулировка установки углов передних колес	3454,5	-	2070	1820	1,67	0,00	2,00	0,00
5. Ремонт и регулировка тормозов	3454,5	-	2070	1820	1,67	0,00	2,00	0,00
6. Электротехнические	2763,6	690,9	2070	1820	1,34	0,33	2,00	0,38
7. По приборам системы питания	2418,2	1036,5	2070	1820	1,17	0,50	2,00	0,57

### Окончание таблицы 3.2.1

Виды работ	Т <sub>РП</sub>	Т <sub>Уч</sub>	Ф <sub>Т</sub>	Ф <sub>Ш</sub>	Р <sub>Т</sub>		Р <sub>Ш</sub>	
					Р <sub>РП</sub>	Р <sub>Уч</sub>	Р <sub>РП</sub>	Р <sub>Уч</sub>
8. Аккумуляторные	138,2	1243,6	2070	1820	0,07	0,60	1,00	0,68
9. Шиномонтажные	1036,4	2418,2	2070	1820	0,50	1,17	1,00	1,33
10. Ремонт узлов, систем и агрегатов	3454,5	3454,5	2070	1820	1,67	1,67	2,00	1,90
11. Кузовные и арматурные	5181,8	1727,5	2070	1820	2,50	0,83	3,00	0,95
12. Окрасочные и противокоррозионные	6909	-	2070	1820	3,34	0,00	4,00	0,00
13. Обойные	345,5	345,5	2070	1820	0,17	0,17	1,00	0,19
14. Слесарно-механические	-	5527,2	2070	1820	0,00	2,67	4,00	3,04
16. Предпродажная подготовка	525	-	2070	1820	0,37	0,00	1,00	0,00

### 3.2.1 Расчет числа вспомогательных рабочих

Технологически необходимое число вспомогательных рабочих:

$$P_{ТВСП} = \frac{T_{Гі}^{ВСП}}{\Phi_{Т}}, \quad (3.11)$$

где  $T_{Гі}^{ВСП}$  – трудоемкость вспомогательных работ

Штатное число вспомогательных рабочих:

$$P_{ШВСП} = \frac{T_{Гі}^{ВСП}}{\Phi_{Ш}} \quad (3.12)$$

Таблица 3.2.2 – Численность производственных рабочих по вспомогательным работам

Вид работ	$T_{всп}$	$\Phi_T$	$\Phi_{ш}$	$P_T$	$P_{ш}$
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	5181,8	2070	1820	2,5	2,85
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	4145,4	2070	1820	2	2,28
Перегон автомобилей	2072,7	2070	1820	1	1,14
Приемка, хранение и выдача материальных ценностей	4145,4	2070	1820	2	2,28
Уборка производственных помещений и территории	3109,1	2070	1820	1,5	1,71
Обслуживание компрессорного оборудования	2072,7	2070	1820	1	1,14
Итого	20727			10,1	11,4

### 3.3 Расчет числа постов ТО и ТР

#### 3.3.1 Число рабочих постов

$$X_{рп} = \frac{T_{рпi}f}{\Phi_{п}P_{срi}}, \quad (3.13)$$

где  $T_{рпi}$  – годовой объем постовых работ;

$f$  – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на СТО в различные времена года и дни недели,  $f=1,1-1,3$ ;

$P_{ср}$  – среднее число рабочих на пост,  $P_{ср} = 1,0$  чел.;

$\Phi_{п}$  – годовой фонд времени поста, определяется по формуле (3.14).

$$\Phi_{п} = DT_{см}C\eta, \quad (3.14)$$

где  $D$  – количество рабочих дней в году,  $D = 305$ ;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены,  $T_{см} = 8$  ч.;

$C$  – количество смен,  $C=2$ ;

$\eta$  – коэффициент занятости рабочего поста,  $\eta=0,95$ .

$$\Phi_{п} = 305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,95 = 4636 \text{ ч.}$$



Таблица 3.3.1 – Число рабочих постов

Вид работ	Т <sub>рпi</sub>	Ф <sub>п</sub>	Р <sub>спi</sub>	Х <sub>расч</sub>	Х <sub>прин</sub>	Х <sub>общ</sub>
1. Диагностические	3454,5	4636	2	0,41	1	5
2. ТО в полном объеме	17272,5	4636	2	2,05	2	
3. Смазочные	2763,6	4636	1	0,66	1	
7. По приборам системы питания	2418,2	4636	2	0,29	0,5	
15.Предпродажная подготовка	525	4636	2	0,06	0,5	
4. Регулировка установки углов передних колес	3454,5	4636	2	0,41	1	1
5. Ремонт и регулировка тормозов	3454,5	4636	2	0,41	1	1
6. Электротехнические	2763,6	4636	2	0,33	0,5	1
8. Аккумуляторные	138,2	4636	1	0,03	0,5	
10. Ремонт узлов, систем и агрегатов	3454,5	4636	2	0,41	1	1
9. Шиномонтажные	1036,4	4636	2	0,12	1	1
11. Кузовные и арматурные	5181,8	4636	1,5	0,82	1	1
Вид работ	Т <sub>рпi</sub>	Ф <sub>п</sub>	Р <sub>спi</sub>	Х <sub>расч</sub>	Х <sub>прин</sub>	
13. Обойные	345,5	4636	2	0,04	0,5	
12. Окрасочные и противокоррозионные	6909	4636	1,5	1,09	1	1
14. Уборочно-моечные	1500	4636	2	0,18	1	1
Итого					12,5	12

### 3.3.2 Число вспомогательных постов

Вспомогательные посты – это посты, оснащённые оборудованием, на котором выполняются технологические и вспомогательные операции (сушки на участке УМР подготовки и сушки на окрасочном участке и др.). Вспомогательные посты составляют 20% от рабочих постов:

$$X_{всп} = 0,2 \cdot X_{рп} \quad (3.15)$$

$$X_{всп} = 0,2 \cdot 12 = 3$$

### 3.4 Расчет количества мест стоянки автомобилей

Расчет автомобиле-мест ожидания:

$$K_{ож} = (0,3-0,5) \cdot X_{рп} \quad (3.16)$$

$$K_{ож} = 0,3 \cdot 12 = 4$$

Расчет мест хранения автомобилей:

$$K_{\text{ХР}} = \frac{N_{\text{с}} T_{\text{пр}}}{T_{\text{в}}}, \quad (3.17)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – среднее время пребывания автомобиля на СТО после его обслуживания,  $T_{\text{пр}} = 4$ ;

$T_{\text{в}}$  – продолжительность работы участка выдачи автомобилей,  $T_{\text{в}} = 12$ ;

$N_{\text{с}}$  – суточное число заездов, определяется по формуле (3.18).

$$N_{\text{с}} = \frac{N_{\text{сто}} d}{D_{\text{рг}}}, \quad (3.18)$$

где  $d$  – число заездов автомобилей в сутки,  $d = 3$ ;

$D_{\text{рг}}$  – рабочие дни в году,  $D_{\text{рг}} = 305$ .

$$N_{\text{с}} = \frac{1500 \cdot 3}{305} = 14,7$$

$$K_{\text{ХР}} = \frac{14,7 \cdot 4}{12} = 4,9 \text{ м}^2$$

Количество мест стоянки автомобилей:

$$K_{\text{СТ}} = \frac{N_{\text{п}} D_{\text{з}}}{D_{\text{рг}}}, \quad (3.19)$$

где  $N_{\text{п}}$  – количество продаваемых автомобилей в год,  $N_{\text{п}} = 300$

$D_{\text{з}}$  – число дней запаса,  $D_{\text{з}} = 20$

$$K_{\text{СТ}} = \frac{300 \cdot 20}{305} = 20$$

Число мест для клиентов и персонала:

$$K_{\text{КЛ}} = \frac{7 \cdot X_{\text{рп}}}{10} \quad (3.20)$$

$$K_{\text{КЛ}} = \frac{7 \cdot 12}{10} = 9$$

### 3.5 Расчет производственных площадей помещений

Площади СТО по своему функциональному назначению подразделяются на:

1. производственные (зоны постовых работ и производственные участки);
2. складские;
3. технические помещения (компрессорные, вентиляционная камера, трансформаторная, электрощитовая и др.);
4. административно бытовые (офисные, столовые, сан.узлы и др.);
5. помещения для обслуживания клиентов (клиентская, буфет и т.д.);
6. помещения для продажи автомобилей.

Площадь зоны ТО и ТР:

$$F_{\text{ТО-ТР}} = f_A \cdot X_{\text{РП}} \cdot k_{\text{Л}} \quad (3.21)$$

где  $f_A$  – площадь автомобиля,  $f_A = 7,2 \text{ м}^2$ ;  
 $k_{\text{Л}}$  – коэффициент плотности расстановки постов,  $k_{\text{Л}} = 6-7$ .

$$F_{\text{ТО-ТР}} = 7,74 \cdot 12 \cdot 6 = 504 \text{ м}^2$$

Площадь зоны участковых работ:

$$F_{\text{УЧ}} = f_1 + f_2 \cdot (P_{\text{T}} - 1) \quad (3.22)$$

Таблица 3.5.1 – Расчетная площадь зон участковых работ

Виды участков	$f_1$	$f_2$	$P_{\text{Ш}}$	$F_{\text{РАСЧ}}$
Электротехнические	15	9	0,38	9,42
По приборам системы питания	14	8	0,57	10,6
Аккумуляторные	21	15	0,68	16,2
Шиномонтажные	18	15	1,33	22,9
Ремонт узлов, систем и агрегатов	22	14	1,90	34,6
Кузовные и арматурные	30	18	0,95	29,1
Обойные	18	5	0,19	13,9
Слесарно-механические	18	12	3,04	42,4
Итого				179,1

Площади производственных складов:

$$F_{\text{СКЛ}} = \frac{f_{\text{УД}} \cdot N_{\text{СТО}}}{1000} \quad (3.23)$$

Таблица 3.5.2 – Расчет производственных площадей складских помещений

Наименование склада	$f_{уд}$	$F_{скл}$
Запасных частей	32	48
Агрегаты и узлы	12	18
Эксплуатационные материалы	6	9
Шины	8	12
Лакокрасочные материалы и химикаты	4	6
Смазочные материалы	6	9
Кислород и углекислый газ	4	6

Площадь кладовой автопринадлежностей:

$$F_{клад} = 1,6 \cdot X_{рп} \quad (3.24)$$

$$F_{клад} = 1,6 \cdot 12 = 19,2 \text{ м}^2$$

Площадь для хранения мелких запасных частей и автопринадлежностей, продаваемых владельцам автомобилей, принимается в размере 10% от площади склада запасных частей.

$$F_{кл.з/ч} = 0,1 \cdot F_{скл.з/ч} \quad (3.25)$$

$$F_{кл.з/ч} = 0,1 \cdot 48 = 4,8 \text{ м}^2$$

Площадь вентиляционных камер:

$$F_{вк} = 0,1 \cdot (683 + 111) = 79,4 \text{ м}^2$$

Площадь служебно-бытовых помещений:

$$F_{с-б} = F_{общ} + F_{сл} + F_{быт} \quad (3.26)$$

Площадь общественных помещений:

$$F_{общ} = f_{уд1} \cdot P_{сто}, \quad (3.27)$$

где  $f_{уд1}$  – удельный коэффициент для общественных помещений,  
 $f_{уд1} = 0,9-1,2$ ;

$P_{сто}$  – общее число рабочих СТОА, определяется по формуле (3.28).

$$P_{сто} = P_{то-р} + P_{всп} + P_{итр} + P_{сл.пер} + P_{моп} \quad (3.28)$$

$$P_{итр} = (20-25\%) \cdot P_{ш} \quad (3.29)$$

$$P_{ИТР} = 0,2 \cdot 38 = 7,6$$

$$P_{СЛ.ПЕР} = (1-4\%) \cdot P_{Ш} \quad (3.30)$$

$$P_{СЛ.ПЕР} = 0,01 \cdot 38 = 0,38$$

$$P_{МОП} = (2-4\%) \cdot P_{Ш} \quad (3.31)$$

$$P_{МОП} = 0,02 \cdot 38 = 0,76$$

$$P_{СТО} = 38 + 11,4 + 7,6 + 0,38 + 0,76 = 58,2$$

$$F_{ОБЩ} = 1,2 \cdot 58,2 = 69,9 \text{ м}^2$$

Площадь служебных помещений:

$$F_{СЛ} = f_{уд2} \cdot P_{СТО}, \quad (3.32)$$

где  $f_{уд2}$  – удельный коэффициент для служебных помещений,  $f_{уд2}=6-8$ .

$$F_{СЛ} = 8 \cdot 58,2 = 465,6 \text{ м}^2$$

Площадь бытовых помещений:

$$F_{БЫТ} = f_{уд3} \cdot P_{СТО}, \quad (3.33)$$

где  $f_{уд3}$  – удельный коэффициент для бытовых помещений,  $f_{уд3}=2-4$ .

$$F_{БЫТ} = 4 \cdot 58,2 = 232,8 \text{ м}^2$$

$$F_{С-Б} = 69,9 + 465,6 + 232,8 = 768,3 \text{ м}^2$$

Площадь стоянки автомобилей:

$$F_{СТ} = f_A \cdot (K_{ОЖ} + K_{ХР} + K_{СТ} + K_{КЛ}) \quad (3.34)$$

$$F_{СТ} = 7,2 \cdot (4 + 4,9 + 20 + 9) = 272,8 \text{ м}^2$$

### 3.5.1 Площадь генерального плана

Генеральный план предприятия – это план, отведенного под застройку земельного участка территории, ориентированный в отношении проезда общего пользования и соседних зданий с указанием на нем зданий и сооружений по их габаритному очертанию площадок для безгаражного хранения подвижного состава, основных и вспомогательных проездов и путей движения подвижного состава по территории.

$$F_{ГП} = \frac{F_{ЗПСЗ} + F_{З.ОБЩ} + F_{ОП}}{K_3} \quad (3.35)$$

$$F_{ЗПСЗ} = \sum(F_{ТО-Р} + F_{УЧ} + F_{СКЛ} + F_{КЛАД} + F_{КЛ.З/Ч} + F_{ВК}) = \\ (504 + 179,1 + 111 + 19,2 + 4,8 + 79,4) = 897,5 \text{ м}^2$$

$$F_{З.ОБЩ} = F_{С-Б} + F_{КЛ} \quad (3.36)$$

$$F_{КЛ} = 7 \cdot 8 \cdot X_{РП} = 7 \cdot 12 = 84 \text{ м}^2$$

$$F_{З.ОБЩ} = 768,3 + 84 = 852,3 \text{ м}^2$$

$$F_{ОП} = F_{СТ} = 272,8 \text{ м}^2$$

$$F_{ГП} = \frac{897,5 + 852,3 + 272,8}{0,3} = 6742 \text{ м}^2$$

### 3.6 Техничко-экономические показатели СТОА для эталонных условий

Таблица 3.6.1 – Расчет производственных площадей складских помещений

Наименование показателей	Значения
1. Численность производственных рабочих	38
2. Площадь производственно-складских помещений	1595
3. Площадь административно-бытовых помещений	768,3
4. Площадь территории	6742
5. Число комплексно обслуживаемых автомобилей в год	1500

### 3.6.1 Нормативное значение показателей СТОА

Численность производственных рабочих:

$$P_{\text{СТО}} = P_{\text{уд}} \cdot X_{\text{РП}} \quad (3.37)$$

где  $P_{\text{уд}}$  – удельное количество рабочих СТОА, определяется по формуле (3.38)

$$P_{\text{уд}} = P_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}} \cdot k \quad (3.38)$$

где  $P_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}}$  – удельное эталонное число производственных рабочих СТОА,

$$P_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}} = 5 \text{ чел.}$$

$k$  – коэффициент для численности производственных рабочих,  $k = 1,0$

$$P_{\text{уд}} = 5 \cdot 1,0 = 5,0 \text{ чел.}$$

$$P_{\text{СТО}} = 5,0 \cdot 12 = 60 \text{ чел.}$$

Площадь производственно-складских помещений:

$$S_{\text{ПСП}} = S_{\text{уд}} \cdot X_{\text{РП}} \quad (3.39)$$

где  $S_{\text{уд}}$  – удельная площадь производственно-складских помещений, определяется по формуле (3.40)

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}} \cdot k \quad (3.40)$$

где  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}}$  – удельная эталонная площадь производственно-складских помещений СТОА,  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}} = 197 \text{ м}^2$

$k$  – коэффициент площади производственно-складских помещений,  
 $k = 0,9$

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭТ}} \cdot 0,9 = 197 \cdot 0,9 = 177,3 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{ПСП}} = S_{\text{уд}} \cdot 12 = 177,3 \cdot 12 = 2127 \text{ м}^2$$

Площадь административно-бытовых помещений:

$$S_{\text{АБП}} = S_{\text{уд}} \cdot X_{\text{РП}}, \quad (3.41)$$

где  $S_{\text{уд}}$  – удельная площадь служебно-бытовых помещений, определяется по формуле (3.42)

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot k, \quad (3.42)$$

где  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}}$  – удельная эталонная площадь административно-бытовых помещений СТОА,  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} = 81 \text{ м}^2$

$k$  – коэффициент площади административно-бытовых помещений,  $k = 0,9$

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot 0,9 = 81 \cdot 0,9 = 72,9 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{АБП}} = S_{\text{уд}} \cdot 12 = 72,9 \cdot 12 = 947,7 \text{ м}^2$$

Площадь территории СТО:

$$S_{\text{T}} = S_{\text{уд}} \cdot X_{\text{РП}} \quad (3.43)$$

где  $S_{\text{уд}}$  – удельная площадь территории СТО, определяется по формуле (3.44)

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot k \quad (3.44)$$

где  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}}$  – удельная эталонная территория СТОА,  $S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} = 1050 \text{ м}^2$   
 $k$  – коэффициент территории,  $k = 0,9$

$$S_{\text{уд}} = S_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot 0,9 = 1050 \cdot 0,9 = 945 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{T}} = S_{\text{уд}} \cdot 12 = 945 \cdot 12 = 11340 \text{ м}^2$$

Число комплексно-обслуживаемых автомобилей в год:

$$N_{\text{СТО}} = N_{\text{уд}} \cdot \sum k_i, \quad (3.45)$$

где  $N_{\text{уд}}$  – удельное количество обслуживаемых, определяется по формуле (3.46)

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot k, \quad (3.46)$$

где  $N_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}}$  – удельное количество обслуживаемых автомобилей,  $N_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} = 390$   
 $k$  – коэффициент обслуживаемых автомобилей,  $k = 1,0$

$$N_{\text{уд}} = N_{\text{уд}}^{\text{ЭГ}} \cdot 1,0 = 390 \cdot 1,0 = 390$$



$$N_{\text{СТО}} = N_{\text{уд}} \cdot \sum k_i = 390 \cdot (1,0 + 0,56 + 0,83) = 932,1$$

### **3.7 Виды работ при выполнении ТО и Р**

Техническое обслуживание включает следующие виды работ: уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, электротехническое и другие работы, выполняемые, как правило, без разборки агрегатов и снятия с автомобиля отдельных узлов и механизмов.

Первое техническое обслуживание ТО-1 заключается в наружном техническом осмотре всего автомобиля и выполнении в установленном объёме контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и заправочных работ с проверкой работы двигателя, рулевого управления, тормозов и других механизмов. Комплекс диагностических работ (Д-1), выполняемый при или перед ТО-1, служит для диагностирования механизмов и систем, обеспечивающих безопасность движения автомобиля.

ТО-2 включает выполнение в установленном объеме крепежных, регулировочных, смазочных и других работ, а также проверку действия агрегатов, механизмов и приборов в процессе работы.

Текущий ремонт заключается в проведении разборочно-сборочных, слесарных, сварочных и других работ, а также замены деталей в агрегатах (кроме базовых) и отдельных узлов и агрегатов в автомобиле (прицепе, полуприцепе), требующих соответственно текущего или капитального ремонта. При текущем ремонте агрегаты на автомобиле меняют только в том случае если время ремонта агрегата превышает время, необходимое для его замены.

При капитальном ремонте автомобиля или агрегата выполняется его полная разборка на узлы и детали, которые затем ремонтируют или заменяют.

### 3.8 Варианты участка технического обслуживания и ремонта

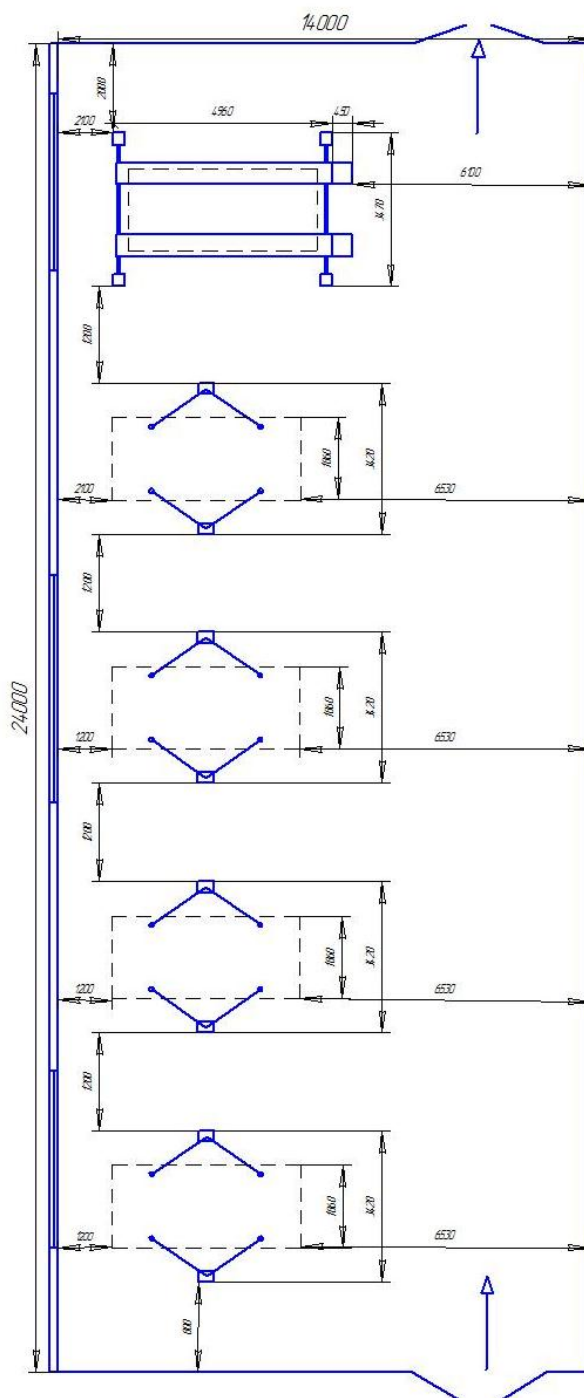


Схема 1– участок ТО и Р, одnorядный, тупиковый

Данная схема расположения постов имеет площадь  $336\text{ м}^2$ , 3 окна, неудобно выезжать из участка

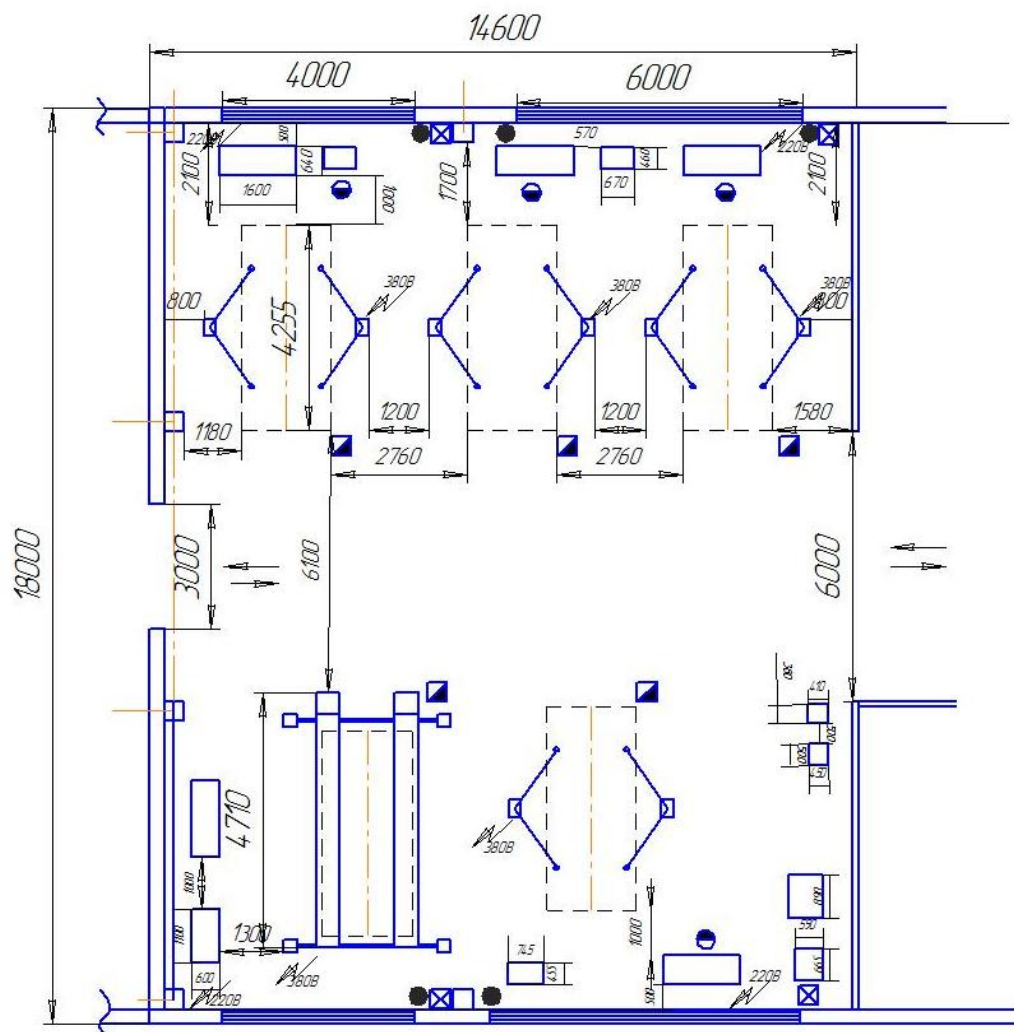


Схема 2 – участок ТО и Р, двухрядный, тупиковый

Данная схема расположения имеет площадь 262м<sup>2</sup>, 4 окна, выезжать можно как в одну сторону, так и в другую

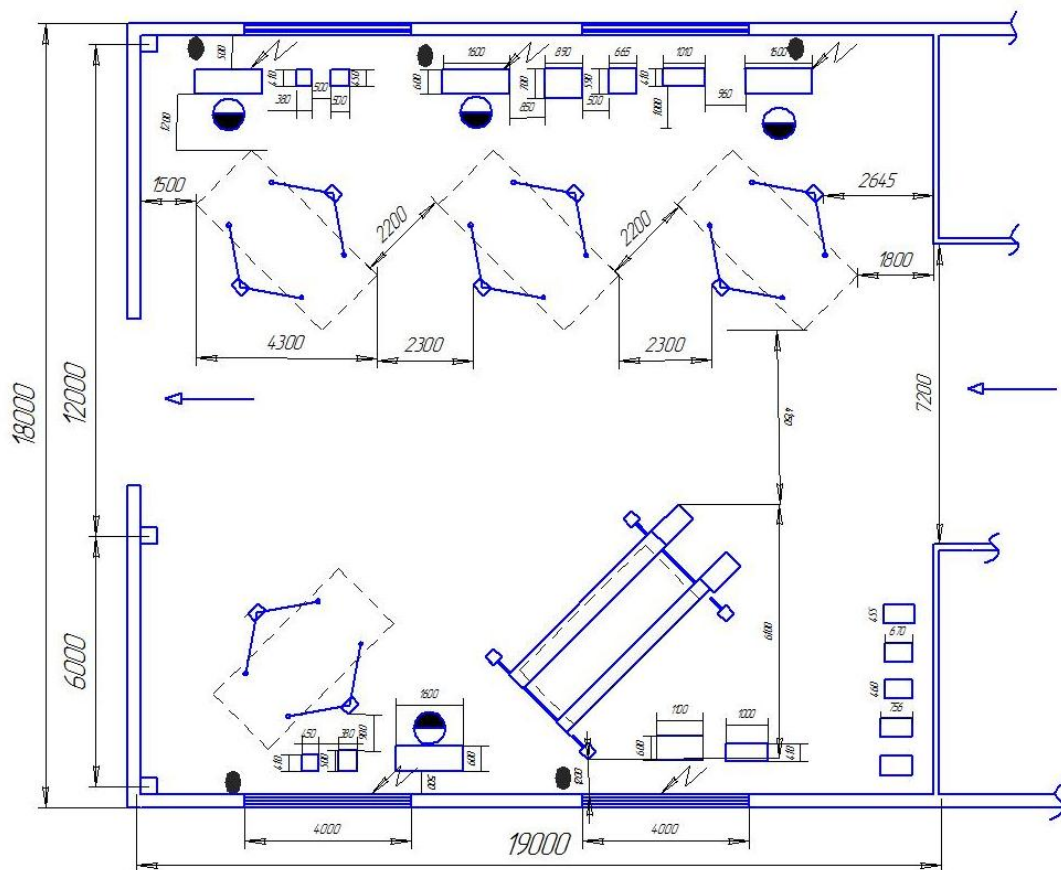


Схема 3 – Участок ТО и Р, косоугольная-двухрядная, тупиковая

Данная схема имеет площадь 348 м<sup>2</sup>, 4 окна, выезд возможен только в одну сторону.

### 3.9 Расчет потребности ресурсов необходимых для участка ТО и ремонта

Годовой расход электроэнергии оборудованием:

$$W_{\text{сил}} = \sum P_y \cdot K_z \cdot \Phi_o \cdot K_{\text{сп}} , \quad (3.47)$$

где  $P_y$  – установленная мощность токоприемников по группам оборудования, кВт;

$K_z$  – коэффициент загрузки оборудования. Принимаем  $K_z = 0,5$ ;

$\Phi_o$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования

$$\Phi_o = (T_{\text{см}} \cdot D) \cdot (55/100) , \quad (3.48)$$

где  $T_{\text{см}}$  – продолжительность рабочей смены,  $T_{\text{см}} = 8\text{ч.}$ ;

$D$  – дни работы в году,  $D=305$ .

$$\Phi_o = (8 \cdot 305) \cdot (55/100) = 1344 \text{ ч.}$$

$K_{сп}$  – коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы потребителей,  $K_{сп} = 0,4$ .

$$W_{сил} = 11 \cdot 0,5 \cdot 1344 \cdot 0,4 = 2956,8 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

Годовой расход электроэнергии для освещения:

$$W = W_{л} \cdot N, \quad (3.49)$$

где  $W_{л}$  – мощность одного светильника,  $W_{л} = 400 \text{ Вт}$ ;  
 $N$  – количество светильников

$$N = (E \cdot k_3 \cdot S \cdot z) / (\Phi \cdot n \cdot \eta), \quad (3.50)$$

где  $E$  – минимальная освещенность,  $E = 300 \text{ лк}$  ;  
 $k_3$  – коэффициент запаса светильника,  $k_3 = 1,5$   
 $S$  – площадь помещения,  $S = 262 \text{ м}^2$   
 $Z$  – коэффициент первоначальной освещенности,  $z = 1,5$   
 $\Phi$  – световой поток,  $\Phi = 1500 \text{ лм}$  для 24 кВт мощности лампы;  
 $N$  – количество ламп в светильнике,  $n = 4$ ;  
 $\eta$  – коэффициент светового потока,  $\eta = 60\%$

Для второго варианта:

$$N = (300 \cdot 1,5 \cdot 262 \cdot 1,5) / (1500 \cdot 4 \cdot 0,6) = 49$$

$$W = 400 \cdot 49 = 19600 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$$

Годовой расход тепла на отопление помещения:

$$Q = Vn \cdot (q_0 + q_v) \cdot (t_v - t_n) \cdot k_{от}, \quad (3.51)$$

где  $Vn$  – объем отапливаемого помещения,  $V=943,2 \text{ м}^3$   
 $q_0 + q_v$  - удельный расход тепла на отопление,  $q_0 = 0,45 \text{ ккал}\cdot\text{ч.}$ ,  $q_v = 0,15 \text{ ккал}\cdot\text{ч.}$

$t_v$  – внутренняя температура помещения =  $+18^\circ\text{C}$

$t_n$  – минимальная наружная температура =  $-10^\circ\text{C}$

$k_{от}$  – продолжительность отопительного периода равна 4320 часов.

$$Q = 943,2 \cdot (0,45 + 0,15) \cdot (18 - 10) \cdot 4320 = 11900000 \text{ ккал/год.}$$

Расчет площадей оборудования:

$$S_{\Pi} = S_{\text{ОБ}} \cdot k, \quad (3.52)$$

Где  $S_{\text{ОБ}}$  – площадь, занимаемая оборудованием;

$k$  – коэффициент плотности расстановки оборудования,  $k=3,5-4,0$

Для всех вариантов:

$$S_{\Pi} = 323,7 = 118,4 \text{ м}^2$$

### 3.9.1 Расчет потребности в сжатом воздухе

Сжатый воздух на ремонтных предприятиях широко используется для пневмоинструмента (пневматические отвертки, гайковерты, дрели, молотки, шлифовальные машины и др.), для пневматических подъемников (тали, тельферы и др.), в разборочно-сборочных стендах, в технологических процессах наплавки и обработки деталей (металлизационные и пескоструйные аппараты), для окраски машин и других целей. Чтобы определить потребность предприятия в сжатом воздухе, определяют число воздухопотребителей, место их размещения на предприятии, количество потребляемого ими воздуха, режим каждого из них. По этим данным рассчитывают средний теоретический расход воздуха каждым видом потребителей по формуле:

$$q_{\text{ср}} = q_1 \cdot n_{\text{в}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (3.53)$$

где  $q_{\text{ср}}$  – средний теоретический расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$q_1$  – расход воздуха одним потребителем данного вида,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$n_{\text{в}}$  – число потребителей данного вида;

$K_{\text{с}} = K_1 K_2$  — коэффициент спроса;

$K_1$  – коэффициент использования воздухопотребителя (Ручной пневматический инструмент 0,25);

$K_2$  – коэффициент одновременности работы воздухопотребителей данного вида, ( $K_2=0,8 \dots 0,95$ )

Расход воздуха одним потребителем определяют по данным из технической характеристики или берут средние значения из опыта работы однотипного ремонтного предприятия. Коэффициент спроса зависит от продолжительности работы воздухопотребителя данного вида и от одновременности его работы с другими подобными.

$$q_{\text{ср}} = 0,36 \cdot 5 \cdot 0,25 \cdot 0,9 = 0,4$$

Общий средний расход сжатого воздуха по предприятию составит:

$$Q_{\text{ср}} = \mu_b \cdot \sum q_{\text{ср}}, \quad (3.54)$$

где  $Q_{\text{ср}}$  – средний расчетный расход воздуха по предприятию, м<sup>3</sup>/мин;

$\mu_b$  – коэффициент, учитывающий потери воздуха (принимают равным 1,3...1,4).

$$Q_{\text{ср}} = 1,4 \cdot 0,4 = 0,56$$

Расчет затрат на оборудование:

$$Z = \sum P_{\text{Об}}, \quad (3.55)$$

где  $P_{\text{Об}}$  - стоимость оборудования.

Для всех вариантов:

$$Z_1 = 9900 \times 5 + 89500 \times 5 + 2500 + 26000 + 83400 \times 5 + 55000 + 24000 + 18500 + 22500 + 9000 + 7500 \times 2 + 16700 \times 2 + 142300 + 29800 = 1996700 \text{ руб.}$$

### **3.9.2 Обоснования выбранного варианта**

При выборе варианта главным показателям являлась площадь зоны ТО и Р, удобность въезда-выезда и количества окон в помещении. Я выбрал второй вариант т.к. он имеет наименьшую площадь участка (262м<sup>2</sup>), в конструкции участка присутствует 4 больших окна, которые обеспечат участок светом в светлое время суток, а также въезд-выезд может осуществляться как в одну, так и в другую сторону.

## Глава 4 Оценка эффективности и конкурентоспособности тепловизоров основе квалиметрии

Общий подход: анализ эффективности технологического оборудования на основе квалиметрии и элементов 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 натурального 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 тепловизор для автомобилей, эксплуатируемые на посту диагностики двигателя. Исходный массив оцениваемых тепловизоров представлен в таблице 4.1.



#### 4.1 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности тепловизоров

Обоснование исходных данных в общем случае необходимо начинать с выбора и иерархической классификации показателей тепловизоров. Так, для них основными простыми и измеряемыми свойствами, влияющими на эффективность использования и отражаемыми в технической документации производителей, являются: Размер детектора (матрица), общие размеры, вес, температурная чувствительность, цветовая палитра (количество вариантов), минимальное фокусное расстояние.

В качестве примера рассмотрим технологический пример диагностики двигателя автомобиля Chevrolet Niva:

Заезд автомобиля на пост

- Открыть капот, сделать снимок
- Завести автомобиль, подождать 5 мин сделать снимок;  
Проанализировать и распечатать данные полученные при съемке;
- Сообщить и выдать результаты клиенту;
- Выехать с поста;

Таблица 4.1 – Массив исследуемых тепловизоров их характеристики

Модель тепловизора	Размер детектора (матрица), пикс	Размеры, м3	Вес, кг	Темп чувинность ,мкм	Цветовая палитра	Мин. фокусн. расстояние	Цена, р
Testo 875-2i	19200	0,0043	0,9	50	10	0,5	269000
Fluke Ti90	4800	0,0033	0,7	150	3	0,46	80349
Testo 869	19200	0,0019	0,55	120	4	0,5	99000
Fluke TiS40	19200	0,0039	0,72	90	7	0,5	215585
Fluke TiS65	50700	0,0039	0,77	80	8	0,49	395299
Pulsar Quantum XD19S	110592	0,0008	0,32	132	7	0,6	159900
CONDROLI R-CAM 2	3600	0,0043	0,32	150	5	0,5	36990
CONDROLI R-CAM	192	0,0043	1,2	150	5	0,5	24990
RGK TL-80	6400	0,0016	0,5	130	4	0,5	84900
RGK TL-160	19200	0,0016	0,5	100	4	0,51	14490
FLIR C2	4800	0,0002	0,13	120	4	0,15	69900
FLIR i3	3600	0,0015	0,365	150	3	0,6	76000

## Окончание таблицы 4.1

Модель тепловизора	Размер детектора (матрица)	Размеры, м3	Вес, кг	Темп чувствительность, мкм	Цветовая палитра	Мин. фокусн. расстояние	Цена, р
FLIR T420bx	76800	0,0016	0,88	35	12	0,4	770000
Testo 885-2	76800	0,0037	1,57	30	8	0,1	790000
FLIR i5	6400	0,0015	0,34	120	3	0,6	116000

Зададимся равными условиями для всех тепловизоров : количество смен – 1; время работы

– 8ч.; количество рабочих дней в году – 249.

При обосновании загрузки поста рассмотрим полную загрузку.

Этот случай характерен для авторизованных (фирменных) автосервисов, осуществляющие гарантийное обслуживание автомобилей дилера по предварительной записи и имеющих наработанную клиентуру, что обеспечивает стабильную загрузку поста. При полной загрузке поста и грамотной организации работ сменно-суточная программа будет в большей степени определяться производительностью оборудования, а именно характеристикой тепловизора «время диагностирования». Полной загрузкой поста зададимся легковыми автомобилями среднего класса. Для всех тепловизоров, независимо от их измеряемых параметров.

Таблица 4.2 – Сменно-суточная программа поста при полной загрузке поста

Кол-во измеряемых параметров	Количество диагностируемых автомобилей					Всего автомобилей в смену
	до 5	до 8	до 10	до 20	до 50	
	Вариант 2 (полная загрузка поста)					
Независимо от кол-во параметров происходит полная загрузка автомобилями, среднего класса. Трудоемкость диагностики двигателя- 0,315чел.-ч.						Количество автомобилей зависит от времени диагностирования

## 4.2 Экономическая модель оценки эффективности использования тепловизора

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

Итак, прибыль (руб.) от использования тепловизора:

$$P(j) = D(j) - Z(j), \quad 4.1$$

где:  $P(j)$  – прибыль от эксплуатации j-го образца тепловизора;

$D(j)$  – доходы от эксплуатации  $j$ -го тепловизора (от реализации на посту технологических процессов  $T_0$  и  $P$  автомобилей с применением рассматриваемого тепловизора);

$Z(j)$  – затраты, связанные с эксплуатацией  $j$ -го тепловизора (с реализацией технологических процессов  $T_0$  и  $P$  автомобилей с применением рассматриваемого тепловизора).

Доходы (руб.) от использования мотор- тестеров общем случае могут быть определены следующим образом:

$$D(j) = T(j)_{обсл.год} \cdot C_{чел.-ч} , \quad 4.2$$

где:  $T(j)_{обсл.год}$  – годовая трудоемкость обслуживания автомобилей с использованием  $j$  – тепловизора;

$C_{чел.-ч}$  – стоимость нормо-часа.

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

$$Z(j) = Z(j)_{покуп} + Z(j)_{э/э} + Z(j)_{пл} + Z(j)_{ФОТ} + Z(j)_{общ} + Z(j)_{аморт} + Z(j)_{ТОиР} , \quad 4.3$$

где:  $Z(j)_{покуп}$  – затраты, связанные с покупкой  $j$ -го тепловизора

$Z(j)_{э/э}$  – затраты на электроэнергию, связанные с эксплуатацией  $j$ -го тепловизора;

$Z(j)_{пл}$  – затраты, связанные со строительством производственного помещения поста или его арендой для  $j$ -го тепловизора;

$Z(j)_{ФОТ}$  – затраты, связанные с отчислениями на заработную плату персонала при работе поста, оборудованного  $j$ -го тепловизора;

$Z(j)_{общ}$  – общехозяйственные затраты (на освещение, воду, повышение квалификации персонала поста, оснащенного  $j$ -го тепловизора;

$Z(j)_{аморт}$  – амортизационные отчисления (15 % от стоимости оборудования)  $j$ -го тепловизора;

#### 4.2.1 Пример расчета эффективности поста, оснащенного тепловизором Testo 875-2i

Расчет трудоемкости работ

Трудоемкость (чел.-ч) технологического процесса диагностики двигателя будет складываться из следующих составляющих:

$$T(j)_{ТП} = \sum n(k) \cdot [T(k) + t(j)_{n-o} + t_{ном}] , \quad 4.4$$

где:  $n(k)$  – количество автомобилей;

$T(k)$  – трудоемкость выполнения работ по диагностике двигателя;  
 $t(j)_{n-o}$  – время, затрачиваемое на диагностику;  
 $t_{nocm}$  – продолжительность постановки автомобиля на пост и съезд с поста.

$$T(j)_{ТП} = 7 \cdot (0,3 + 0,142 + 0,25) + 2 \cdot (0,315 + 0,142 + 0,25) + 3 \cdot (0,315 + 0,142 + 0,25) = 8,38 \text{ чел.-ч.}$$

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

$$T(j)_{год} = T(j)_{ТП} \cdot D_{p.z}, \quad 4.5$$

где:  $D_{p.z}$  – количество рабочих дней в году;

$$D_{p.z} = 365 - 104 - 12 = 249 \text{ дней (104 – выходные, 10- праздники).}$$

$$T(j)_{год} = 8,65 \cdot 249 = 2085 \text{ чел. – ч/год.}$$

Расчет нормативной численности рабочих

Нормативный фонд рабочего времени поста определяется с учетом следующих составляющих:

- Календарные дни в году – 365
- Выходные дни – 104
- Праздничные дни – 12
- Основной отпуск – 28
- Дополнительный отпуск – 0
- Больничные – 2

$$\text{Итого: } 365 - 104 - 12 - 28 - 2 = 219 \text{ дней.}$$

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

$$\text{НФРВ} = 219 \cdot 8 = 1752 \text{ ч.}$$

С учетом сокращения времени на 1 ч. в предпраздничные дни (всего на 7 ч. в год) полезный фонд рабочего времени ( ПФРВ ) составит 1745 ч.

Численность рабочих на посту:

$$N_p = T(j)_{год} / \text{ПФРВ} \quad 4.6$$

$$N_p = 2085 / 1745 = 1,19 \text{ чел.}$$

## 4.2.2 Расчет капиталовложений

Основные капиталовложения будут связаны с приобретением площадей для организации работы поста по диагностики двигателя с использованием тепловизора. Остальные капиталовложения в рассматриваемом примере из-за их малости не учитываем.

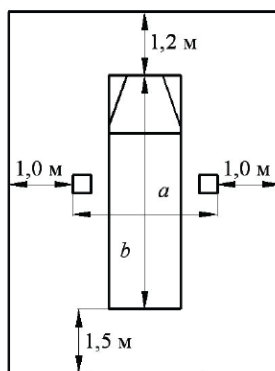


Рисунок 4.1 – Схема определения площади поста

Площадь поста для выполнения технологического процесса автомобилей связана с габаритными размерами как технологического оборудования, так и обслуживаемых транспортных средств. Это определено нормами технологического проектирования постов, зон, участков [2]. Следовательно, габаритные размеры гаражного оборудования и транспортных средств влияют на затраты, связанные со строительством (либо с условиями аренды) производственных площадей.

Минимально необходимая (по нормам технологического проектирования) площадь ( $\text{м}^2$ ) помещения, оснащенного тепловизором, определяется следующим выражением:

$$S(j, k)_{\text{поста}} = (1,0 + 1,2 + a(j)) \cdot (1,2 + 1,2 + b(k)) , \quad 4.7$$

где: 1,0, 1,2 норматив расстояния от оборудования до стены помещения, м;  
 $a(j)$  – ширина  $j$ -го тепловизора;  
 $b(k)$  – длина  $j$ -го тепловизора.

Для тепловизора Testo 875-2 необходимая площадь составит:

$$S(j, k)_{\text{поста}} = (5,2) \cdot (6,3) = 32,76 \text{ м}^2.$$

При известной стоимости одного квадратного метра производственного помещения можно найти затраты, связанные со строительством (или арендой) производственного помещения поста:

$$3(j)_{ПЛ} = C_{м.кв} \cdot S(j, k)_{поста} , \quad 4.8$$

где:  $C_{м.кв}$  – стоимость одного метра квадратного производственного помещения, в расчетах принимаем  $C_{м.кв} = 4000$  руб./м<sup>2</sup>;

$S(j, k)_{поста}$  – площадь производственного помещения в зависимости от оборудования, м<sup>2</sup>.

$$3(j)_{ПЛ} = 4000 \cdot 32,76 = 131\,040 \text{ руб.}$$

Таблица 4.3 – Капиталовложения поста

Статьи капиталовложений	Сумма, руб.
Строительства поста (покупка площадей)	131040
Стоимость тепловизора	269000
Итого	400040

### 4.2.3 Расчет фонда оплаты труда

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе «Отраслевого тарифного соглашения»[3]. Базовый размер оплаты труда 1 квалитета 2010 года составляет 5554 руб. тарифный коэффициент рабочего составляет – 1.9; районный коэффициент и коэффициент непрерывный стаж работы в данном месте – 1.5. Нормативная численность на посту – 0,66

$$ФОТ_{год} = 5554 \cdot 1.9 \cdot 1.5 \cdot 1,19 \cdot 12 = 226090 \text{ руб.}$$

Средняя зарплата одного рабочего

$$ЗП_{ср} = \frac{ФОТ_{год}}{N_p \cdot 12} = \frac{226090}{1,19 \cdot 12} = 15828,9 \text{ руб.}$$

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%.

$$H_{ФОТ} = ФОТ \cdot H_{отч} = 226090 \cdot 0.271 = 61270 \text{ руб.}$$

Расходы по охране труда и технике безопасности принимаются по нормативу на одного работающего в год – 200 руб./чел. Тогда для поста диагностики двигателя:

$$P_1 = 200N_p = 200 \cdot 1,19 = 238 \text{ руб./чел}$$

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

$$P_2 = 200N_p = 200 \cdot 1,19 = 238 \text{ руб./чел}$$

Расходы на освещение определяются по формуле:

$$P_{осв} = S_{поста} \cdot Q_{осв} \cdot T_{см} \cdot D_{p,г} \cdot Ц , \quad 4.9$$

где:  $S_{поста}$  — площадь поста;

$Q_{осв}$  — расход осветительной электроэнергии (норматив для производственных помещений в основное время — 13 Вт/м<sup>2</sup> и в межсменное время — 7 Вт/м<sup>2</sup>);

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

$Ц$  — стоимость осветительной электроэнергии (2,237 руб./(кВт·ч))

Тогда расходы на освещение в основное время составят:

$$P_{осв.осн} = 32,76 \cdot 0,013 \cdot 8 \cdot 249 \cdot 2.237 = 1897 \text{ руб.}$$

Расходы на освещение в межсменное время:

$$P_{осв.межсмен} = 32,76 \cdot 0,007 \cdot 16 \cdot 249 \cdot 2.237 = 1043 \text{ руб.}$$

Общие расходы на освещение в год составят:

$$P_3 = 1897 + 1043 = 3941 \text{ руб./год.}$$

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

$$P_{в.п} = Q_{вод} \cdot N_p \cdot D_{p,г} \cdot Ц_{в.п} , \quad 4.10$$

где:  $Ц_{в.п} = 8,288$  руб./м<sup>3</sup> — цена воды без НДС.

$$P_{в.п} = 15 \cdot 1,19 \cdot 249 \cdot 8.288 = 368 \text{ руб}$$

Цена сточной воды составляет 5,627 руб./м<sup>3</sup> без НДС. Тогда расходы на сточную воду для поста диагностики двигателя составят:

$$P_{в.н} = 15 \cdot 1,19 \cdot 249 \cdot 5,627 = 250 \text{ руб.}$$

Общие расходы на воду в год составят:

$$P_4 = 185,4 + 125,8 = 618 \text{ руб./год.}$$

Расходы на противопожарные мероприятия принимаются по нормативу на одного работающего в год - 200 руб. /чел. Тогда для поста

$$P_5 = 200N_p = 200 \cdot 1,19 = 238 \text{ руб./чел}$$

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

$$P_6 = 226090 \cdot 0,025 = 5652 \text{ руб.}$$

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

$$P_7 = 108400 \cdot 0,04 = 4336 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию оборудования составляют 15 % от стоимости оборудования:

$$A_{об} = 108400 \cdot 0,15 = 16260 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию здания составляют 2,8 % от стоимости здания:

$$A_{зд} = 131040 \cdot 0,028 = 3669 \text{ руб.}$$

Итого общехозяйственные расходы составляют

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

$$P_{общ} = 238 + 238 + 618 + 238 + 5652 = 6985 \text{ руб.}$$



Таблица 4.4–Калькуляция себестоимости поста

Статьи затрат	Затраты, руб.
ФОТ	226090
Отчисления на социальные нужды	61270
Ремонтный фонд стенда	7424
Амортизационные отчисления:	
на здание	3669
на оборудование	20600
Технологическая электроэнергия	
Осветительная электроэнергия	3941
Общехозяйственные расходы	6985
ИТОГО (эксплуатационные затраты за год)	329979

#### 4.2.4 Расчет чистой прибыли

Приведенные затраты поста определяем по известной формуле

$$Z_{np} = Z + E_n \cdot KB \quad 4.11$$

где:  $Z$  – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности ( с учетом ставки рефинансирования, установленной Центробанком РФ, коэффициента инфляции по годам и показателя степени риска принимаем  $E_n=0,33$  );

$KB$  – капитальные вложения, руб.

$$Z_{np} = 322552 + 0.33 \cdot 239440 = 401\,567,7 \text{ руб./год}$$

Годовой доход от использования тепловизора:

$$D(j) = T(j)_{год} \cdot C_{чел.-ч} \quad 4.12$$

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

$C_{чел.-ч}$  – стоимость одного чел.-ч,  $C_{чел.-ч}=1000$  руб./чел-ч).

$$D(j) = 2085 \cdot 1000 = 2\,085\,000 \text{ руб}$$

Общая прибыль поста

$$P_{общ} = D(j) - Z_{np} \quad 4.13$$

$$P_{общ} = 2\,085\,000 - 401\,567 = 1\,683\,707 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль поста определяется уменьшением общей прибыли на 20 % :

$$P_{ч.год} = P_{общ} - 0.2P_{общ} \quad 4.14$$

$$P_{ч.год} = 1\,683\,707 \cdot 0.8 = 1\,347\,046 \text{ руб}$$

Таким образом, мы рассчитали чистую годовую прибыль от эксплуатации тепловизора. За нормативный срок эксплуатации тепловизора (7 лет) чистую прибыль примем равной 12 338 000 руб. Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей.

### 4.3 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества тепловизоров при полной загрузке поста

Для расчета весовых коэффициентов и комплексного показателя качества проводим подготовительные операции. Производим нормирование оценок показателей свойств каждого тепловизора (по исходным данным таблица 4.1) по форме уравнения (4.15).

Предварительно, исходя из диапазонов изменения параметров, назначаем значения  $q_i^{bp}$  и  $q_i^{эм}$  (браковочное и эталонное значения показателей  $i$ -х свойств тепловизоров) и сводим их в таблица 4.6.

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij} - q_i^{bp}}{q_i^{эм} - q_i^{bp}}, \quad 4.15$$

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

$q_i^{эм}$  и  $q_i^{bp}$  – соответственно браковочное и эталонное значение  $i$  – го показателя.

Таблица 4.6 – Браковочное и эталонное значение показателей

Показатель	Размер детектора (матрица), пикс	Размеры, м3	Вес, кг	Температурная чувствительность, мкм	Цветовая палитра	Мин. фокусн. расстояние, м
$q_i^{bp}$	191,9	0,0043	8,1	29,9	2,9	0,7
$q_i^{эм}$	110592,1	0,0008	0,4	150,1	12,1	0,0

Нормированные значения показателей свойств тепловизоров заносим в столбцы 2 – 7 таблица 4.7.

Найденную прибыль (12 338 000 руб.) за весь нормативный срок эксплуатации тепловизора Testo 875-2i заносим в столбец 8 таблицы 4.7. Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей и построчно сводим их в тот же столбец.

Таким образом, получаем исходный массив для вычисления весовых коэффициентов свойств тепловизора — таблица 4.7.

Таблица 4.7 – Нормативные значения показателей свойств тепловизоров и прибыль от их использования за 7 лет

Модель тепловизора	Технические характеристики тепловизора						Прибыль за 7 лет, руб.
	Размер детектора	Размеры, м3	Вес, кг	Темп. чувств-ность, мкм	Цветовая палитра	Мин. фокусн. расстояние	
Testo 885-2	0,69391269	0,507104361	0,081	0,000831947	0,554	0,142857143	10,542
FLIR T420bx	0,69391269	0,496815287	0,476	0,042429285	0,989	0,571428571	10,604
Fluke TiS65	0,45750007	0,508084272	0,565	0,416805324	0,554	0,7	11,950
Testo 875-2i	0,17217450	0,510044096	0,460	0,167221298	0,772	0,714285714	12,338
Fluke TiS40	0,17217450	0,508084272	0,605	0,5	0,446	0,714285714	12,541
FLIR i5	0,05623268	0,496325331	0,911	0,749584027	0,011	0,857142857	12,650
Pulsar Quantum XD19S	0,99999909	0,492895639	0,927	0,849417637	0,446	0,857142857	12,673
RGK TL-80	0,05623268	0,496815287	0,782	0,832778702	0,120	0,714285714	12,765
Testo 869	0,17217450	0,498285154	0,742	0,749584027	0,120	0,714285714	12,856
FLIR i3	0,03087041	0,496325331	0,891	0,999168053	0,011	0,857142857	12,891
Fluke Ti90	0,04173996	0,505144537	0,621	0,999168053	0,011	0,657142857	12,917
FLIR C2	0,04173996	0,489955904	0,967	0,749584027	0,120	0,214285714	12,988
CONDROL IR-CAM 2	0,03087041	0,510044096	0,927	0,999168053	0,228	0,714285714	13,050
CONDROL IR-CAM	9,05795E-	0,510044096	0,218	0,999168053	0,228	0,714285714	13,091
RGK TL-160	0,1721745	0,496815287	0,782	0,583194676	0,120	0,728571429	13,158

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН». Результаты решения системы уравнений по данным таблицы 4.7 представлены в таблице 4.8. Таким образом, нами получено уравнение, связывающее свойства оборудования ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$  и т.д.) с прибылью ( $Y$ ) от его использования при выполнении технологического процесса диагностики двигателя при полной загрузке поста.

Таблица 4.8 – Результаты решения системы уравнений

Статистики	Свойства тепловизоров						Свободный член
	Мин. фокусн. расстояние	Цветовая палитра	Темп. чувств-ность, мкм	Вес, кг	Размеры, м3	Размер детектора (матрица), пикс	
Обозначение свойств	X6	X5	X4	X3	X2	X1	A0
Корни уравнений $G_i$	0,4832	1,1112	8,8138	0,7253	-0,1898	-0,7587	6,7855
Стандартные ошибки корней	0,7340	0,7470	28,0125	0,7871	0,9318	0,5988	14,1410
Коэффициент детерминированности $R^2$	0,8304	0,452 – стандартная ошибка функции Y					
F - статистика	6,5265	8 – число степеней свободы					
Регрессионная сумма квадратов	8,0066	1,636 – остаточная сумма квадратов					

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:

$$G_i = \frac{G_i}{\sum_{i=1}^n |G_i|} \quad 4.16$$

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, представленные в таблице 4.9. Заметим, что в соответствии с квалиметрическими требованиями здесь сумма весов (модулей) равна единице.

Как видно из таблицы 4.9, наибольшее значение имеет коэффициент весомости свойства «кол-во измеряемых параметров», так как в условиях неполной загрузки поста сменно-суточная программа определяется именно кол-вом измеряемых параметров. Остальные рассмотренные свойства тепловизора не участвуют в формировании сменно-суточной программы и поэтому имеют на порядок меньшие значения коэффициентов весомости.

Таблица 4.9 – Коэффициенты весомости свойств

Свойства	Коэффициент весомости
Размер детектора (матрица), пикс	0,0648
Размеры, м3	0,0162
Вес, кг	0,0620
Темп. чувств-ность, мкм	0,7532
Цветовая палитра	0,0950
Мин. фокусн. расстояние	0,0413
Итого	1,00

Получив весовые коэффициенты свойств тепловизоров, определим комплексный показатель качества  $K_k$  для каждого тепловизора с учетом нормированных весовых коэффициентов по формуле, аналогичной уравнению (4.17):

$$-0,0413 \cdot X1(i) - 0,0950 \cdot X2(i) + 0,7532 \cdot X3(i) + 0,0620 \cdot X4(i) + 0,0162 \cdot X5(i) + 0,0648 \cdot X6(i) = K_k(i) \quad 4.17$$

Подставляя в расчетную формулу (4.17) нормированные значения показателей свойств тепловизоров, получим значение комплексного коэффициента качества для каждой модели тепловизора.

Далее строим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества (рисунок 4.2), из которой видно, какая модель тепловизора наиболее эффективна и, соответственно, конкурентоспособна. Уравнение регрессии (зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества) и статистические параметры модели приведены на рисунке 4.2.

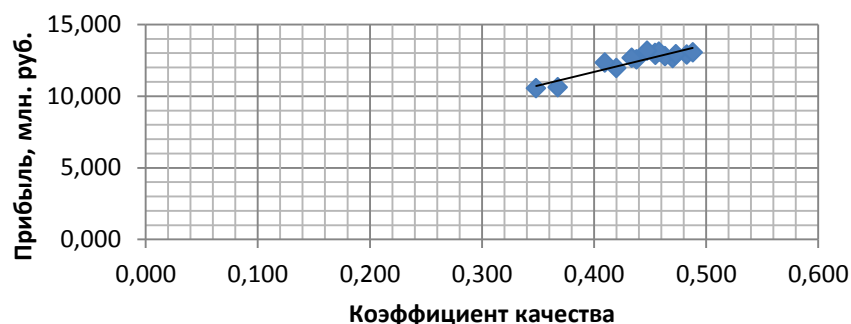


Рисунок 4.2 – Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества тепловизора

Поскольку зависимость линейная, тепловизоры удобно ранжировать по данному показателю. Ранжированный по комплексному коэффициенту качества массив тепловизоров приведен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Ранжированный по комплексному коэффициенту качества

Модель тепловизора	Технические характеристики тепловизоров						Прибыль за 7 лет, млн. руб.	Коэффициент качества
	Размер детектора, пиксель	Размеры, м3	Вес, кг	Темп - ная чувствительность, мкм	Цветовая палитра	Мин. фокусн. расстояние, м		
Testo 885-2	0,998	0,984	0,987	1,000	0,998	0,024	10,542	0,348
FLIR T420bx	0,066	0,016	0,013	0,068	0,287	0,619	10,604	0,368
Fluke TiS65	0,150	0,984	0,273	0,473	0,405	0,500	11,950	0,420
Testo 875-2i	0,574	0,339	0,143	0,515	0,761	0,286	12,338	0,410
Fluke TiS40	0,108	0,984	0,299	0,385	0,239	0,619	12,541	0,438
FLIR i5	0,172	0,984	0,273	0,479	0,524	0,429	12,650	0,470
Pulsar Quantum X	0,044	0,984	0,026	0,075	0,050	0,762	12,673	0,434
RGK TL-80	0,066	0,339	0,208	0,268	0,239	0,690	12,765	0,463
Testo 869	0,150	0,984	0,403	0,423	0,405	0,548	12,856	0,455
FLIR i3	0,108	0,016	0,260	0,056	0,002	0,976	12,891	0,483
Fluke Ti90	0,023	0,016	0,234	0,083	0,002	0,976	12,917	0,473
FLIR C2	0,108	0,984	0,442	0,156	0,334	0,548	12,988	0,455
CONDROL IR-CAM 2	0,129	0,984	0,416	0,261	0,405	0,500	13,050	0,488
CONDROLIR	0,108	0,016	0,273	0,009	0,002	0,905	13,091	0,458
RGK TL-160	0,002	0,016	0,182	0,041	0,002	0,976	13,158	0,447

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной работы являлось – Совершенствование системы обслуживания автомобиля марки Chevrolet Niva с помощью тепловизора.

В первой части было произведено исследование рынка автомобилей марки Chevrolet. В результате исследования были спрогнозированы спрос на услуги СТО и насыщенность населения автомобилями марки Chevrolet на перспективный период. Было рассчитано, что заданная насыщенность 3 авт./1000 жителей будет достигнута через 9 лет, то есть к 2024 году.

В настоящее время спрос на услуги по существующим СТО составляет  $M_{в} = 19500$  обращений в год. На перспективный период (2024 год) спрос составит  $M_{п} = 23023$  обращений. Следовательно, потенциальный дополнительный спрос на услуги в регионе на момент запуска проектируемой СТО будет составлять  $M_{ду} = 3523$  обращения.

Во второй части был проведён анализ надежности автомобильных лобовых стекол, и их диагностика с помощью тепловизора, пришли к выводу, что надежность при эксплуатации в условиях низких температур недостаточна. Нанесение прозрачной тонировочной пленки на внутренний слой лобового стекла автомобиля поможет повысить надежность, и снизить негативное влияние воздействия высокой температуры, выходящей из дефлекторов системы отопления на 22 %. Что является достаточным для сохранения целостной структуры стекла.

Сегодня качественная тонирующая солнцезащитная пленка способна выполнять сразу несколько функций: она препятствует проникновению в салон автомобиля ультрафиолетовых и инфракрасных лучей, повышает ударопрочность и улучшают тепло- и шумоизолирующие свойства стекол. Нанесение прозрачной (атермальной) тонировочной пленки на внутренний слой лобового стекла автомобиля поможет повысить надежность, и снизить негативное влияние воздействия высокой температуры, выходящей из дефлекторов системы отопления на 22 %. Что является достаточным для сохранения целостной структуры стекла. Оптимальным будет использование атермальных пленок. Такие пленки созданы с применением нанокерамического покрытия.

В третьей части используя исходные данные, полученные в ходе маркетингового исследования в первой части, рассчитана универсальная, городская СТО для обслуживания и ремонта автомобиля марки Chevrolet. В результате расчета получили СТО на 12 рабочих постов, из них 6 постов для проведения ТО и Р в полном объеме с площадью зоны 504 м<sup>2</sup>. Всего площадь генерального плана равна 6 642,9 м<sup>2</sup>. Для моделирования зоны ТО и Р была составлена ведомость необходимого оборудования и рассчитаны необходимые ресурсы.

В четвертой части произведена оценка эффективности и конкурентоспособности тепловизоров на основе квалиметрии, используя элементы имитационного моделирования. Для анализа было взято

пятнадцать тепловизоров разных марок. Был произведен расчет линейной функции, на основе этого были определены коэффициенты весомости свойств тепловизоров и рассчитан комплексный коэффициент качества. Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества показало, что тепловизор Testo 875-2i, из рассмотренных образцов, наиболее эффективен и, соответственно, конкурентоспособен. Прибыль за 7 лет использования данного тепловизора составит 12 338 000 рублей.

Мной был использован при диагностике тепловизоро Testo 875-2i



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Катаргин В.Н. , Основы маркетинга в сфере сервиса: метод. указания к курсовой работе / сост : В.Н. Катаргин, И.С. Писарев. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 52 с.
2. Электронный ресурс: 2010-2014 «Кьюто.ру» - Онлайн подбор авто, проект компании SUP Media.URL: <http://quto.ru>
- 3.Электронный ресурс: Дром Красноярский Край URL: [drom.ru](http://drom.ru)
4. Электронный ресурс: Авто-Россия URL: <http://avto-russia.ru/autos/subaru/index.html>
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП-01-91 / Гипроавтотранс. М., 1991. 184с.
6. Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей. ВСН 01-89 / Минавтотранс РСФСР. М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. 52 с.
7. Сборник технико-экономических показателей предприятий автомобильного транспорта на 1991-1995 гг. РД-200-РСФСР-13-0166-90 / Минавтотранс РСФСР; Гипроавтотранс. М., 108 с.
8. СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / разработ. Т.В. Сильченко, Л.В. Белошапка, М.И. Губанова. Красноярск: ИПК СФУ, 2014. 47 с.
9. Естественное и искусственное освещение: СНиП 23–05–95. М., 1996. 88 с.
10. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учеб.для вузов. 2-еизд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1993. 271 с.
11. Российская автотранспортная энциклопедия: Техническая эксплуатация и ремонт автотранспортных средств. Т.3. М.: РООНП «За социальнуюзащиту и справедливое налогообложение», 2000. 456 с.
12. Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр«Академия»,2007. 224 с.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М. :Юрайт, 2011. 682 с.
14. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное) / под общ. ред. Н.С. Буренина, М.В. Волкодаева, А.Ф. Губанова и др. СПб.: НИИ Атмосфера, 2005. 166 с.
15. Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок / под общ.ред. А.Г. Смирнова. М.: Промэлектропроект, 1990. 114с.

16. Голованенко С.Н. Экономика автомобильного транспорта. М.: Высш. шк., 1983. 354 с.
17. Хергерц К. Станции обслуживания легковых автомобилей: пер. с венг. М.: Транспорт, 1978. 303 с.
18. [Интернет источник] Технические характеристики URL:<https://ru.wikipedia.org/wik/> Дата обращения: 24.11.2015
19. [Интернет источник] Компания "ИНТЕР" URL: <http://stooo.ru/> Дата обращения: 5.06.2016
20. ОНТП-01-91 РД 3100007938-0170-88. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта.
21. Тарифное соглашение по автомобильному транспорту на 2010 – 2014гг./Минтранс РФ. – М., 2007.
- 22.[Интернет источник]Оборудование для автодиагностики URL: <http://www.carmod.ru/>Дата обращения: 7.06.2016
- 23.[Интернет источник]Интернет магазин тепловизоров URL: <http://www.geobrand.ru> Дата обращения: 7.06.2016
- 24.[Интернет источник]Производство и продажа диагностического оборудования URL: <http://motor-master.ru> Дата обращения: 8.06.2016