

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.С. Воеводин
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

Совершенствование сервисного обслуживания и ремонта автомобилей
марки BMW в г. Красноярске
тема

Руководитель _____ канд.техн. наук, профессор В.Н. Катаргин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ М.В. Городков
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ канд.техн. наук, профессор В.Н. Катаргин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Красноярск 2020

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Городкову Максиму Викторовичу.

Группа ФТ 16-02Б Направление (специальность) 23.03.03.02«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование сервисного обслуживания и ремонта автомобилей марки BMW в г. Красноярске».

Утверждена приказом по университету №21403/с от 24 декабря 2019 года.

Руководитель ВКР:В.Н. Катаргин– канд. техн. наук, профессоркафедры «Транспорт» ПИ СФУ.

Исходные данные для ВКР: Официальный дилер BMW в г. Красноярске ООО «ЭлитАвто»; режим работы: по 12 часов 365 рабочих дней в году; годовой объем работ; количество заездов в год; условия эксплуатации автомобилей в соответствии с данными предприятия; данные по продажам новых автомобилей.

Перечень разделов ВКР:

- 1 маркетинговое исследование рынка продаж автомобилей BMW в Красноярском крае;
- 2 эксплуатация автомобилей BMW;
- 3 выбор системы замены охлаждающей жидкости (ОЖ);
- 4 проектирование СТОА;
- 5 описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости;
- 6 конструкторская часть.

Перечень графического материала:

- лист 1 – Анализ рынка автомобилей BMW;
- лист 2 – Характерные неисправности автомобилей BMW и их профилактика;
- лист 3 – Выбор системы замены охлаждающей жидкости;
- лист 4– Участок ТО и ТР дилера BMW«ЭлитАвто»;
- лист 5 – Описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости;
- лист 6 – Проект установки для замены охлаждающей жидкости.

Руководитель ВКР _____
подпись

В.Н. Катаргин
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ М.В. Городков
подпись, инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме бакалаврской работы по теме «Совершенствование сервисного обслуживания и ремонта автомобилей BMW в г. Красноярске» содержит 107 страниц текстового документа, 25 использованных источников, 6 листов графического материала.

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ, УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАМЕНЫ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ, ООО «ЭЛИТАВТО», BMW, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, АНТИФРИЗ, ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК, ЭКСПЛУАТАЦИЯ, НЕИСПРАВНОСТЬ, РЫНОК, ТРАНСМИССИЯ, МОТОР.

Объект исследования – ООО «ЭлитАвто».

Цели исследования:

- провести маркетинговые исследования рынка продаж автомобилей «BMW» в Красноярском крае;
- изучить характерные неисправности автомобилей «BMW» и методы их профилактики;
- изучить системы замены охлаждающей жидкости и подобрать необходимое оборудование;
- разработать участок ТО и ТР;
- изучить технологический процесс замены охлаждающей жидкости по старой технологии и по новой;
- разработать усовершенствование выбранного оборудования для улучшения показателей сервисного обслуживания при замене охлаждающей жидкости.

В результате были проведены маркетинговые исследования и сделаны выводы по строительству новой СТО в регионе; изучены характерные неисправности BMW и даны рекомендации по их профилактике; выбрано оборудование для замены охлаждающей жидкости и спроектировано улучшение для него; разработан участок ТО и ТР с новым оборудованием; изучен технологический процесс замены охлаждающей жидкости.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 Маркетинговое исследование рынка продаж автомобилей BMW в Красноярском крае	10
1.1 Анализ рынка автомобилей BMW в Красноярском крае	10
1.1.1 Структура модельного ряда автомобилей BMW	10
1.1.2 Количество проданных автомобилей BMW за период с 2010 года по 2019 год включительно	13
1.2 Обоснование спроса на услуги автосервиса в районе проектируемой станции технического обслуживания	16
1.2.1 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса (этап № 1)	16
1.2.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе (этап № 2).....	22
1.2.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе (этап № 3)	25
1.2.4 Результаты обоснования спроса на услуги автосервиса и целесообразности создания СТО в рассматриваемом регионе.....	27
2 Эксплуатация автомобилей BMW	28
2.1 Лакокрасочное покрытие кузова	28
2.2 Подвеска и рулевое управление	28
2.3 Трансмиссия	29
2.4 Электрика и электроника	31
2.5 Двигатель	32
3 Выбор системы замены охлаждающей жидкости (ОЖ)	35
3.1 Виды систем замены охлаждающей жидкости.....	35
3.2 Подбор оборудования.....	36
3.2.1 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности установок для замены охлаждающей жидкости.....	36
3.2.2 Экономическая модель оценки эффективности использования установки для замены охлаждающей жидкости.....	39

3.2.2.1	Расчет трудоемкости работ.....	39
3.2.2.2	Расчет нормативной численности рабочих.....	40
3.2.2.3	Расчет капиталовложений.....	41
3.2.2.4	Расчет фонда оплаты труда	41
3.2.2.5	Расчет затрат на технологическую электроэнергию.....	42
3.2.2.6	Расчет общехозяйственных расходов.....	43
3.2.2.7	Расчет чистой прибыли	46
3.2.3	Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества установок при неполной загрузке поста	48
3.2.4	Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества установок при полной загрузке поста	53
4	Проектирование СТОА.....	58
4.1	Технологический расчет предприятия.....	58
4.1.1	Исходные данные.....	58
4.1.2	Расчет годового объема работ	58
4.1.3	Годовой объем вспомогательных работ	60
4.1.4	Расчет числа производственных рабочих	61
4.1.5	Расчет числа постов и автомобиле-мест.....	63
4.1.6	Расчет площадей производственных помещений	67
4.1.6.1	Расчет площадей зон ТО и ТР	68
4.1.6.2	Расчет площадей производственных участков.....	69
4.1.6.3	Расчет площадей складов.....	70
4.1.6.4	Расчет площадей технических помещений.....	71
4.1.6.5	Расчет площадей административно-бытовых помещений.....	71
4.1.6.6	Расчет площади зон хранения (стоянок) автомобилей.....	72
4.1.6.7	Расчет площади генерального плана	73
4.2	Проектирование участка ТО и ТР	73
4.2.1	Виды выполняемых работ на участке.....	73
4.2.2	Технологическая планировка производственного участка	74
4.3	Расчет ресурсов	75

4.3.1	Расчет минимальной мощности отопительной системы	75
4.3.2	Потребность в технологической электроэнергии.....	75
4.3.3	Годовой расход электроэнергии для освещения	77
4.3.4	Годовой расход воздуха	78
5	Описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости	81
5.1	Описание действующего технологического процесса замены охлаждающей жидкости.....	81
5.2	Описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости по новой (предлагаемой) технологии.....	84
6	Конструкторская часть	87
6.1	Литературно-патентное исследование.....	87
6.2	Анализ технических решений, их классификация, выбор прототипа.....	89
6.2.1	Анализ технических решений	89
6.2.2	Классификация установок для замены охлаждающей жидкости.....	94
6.2.3	Выбор прототипа	95
6.3	Техническое задание на разработку технологического оборудования	95
6.3.1	Наименование и область применения	95
6.3.2	Основание для разработки	95
6.3.3	Цель и назначение разработки.....	95
6.3.4	Источники разработки.....	96
6.3.5	Технические требования	96
6.3.5.1	Состав продукции и требования к конструктивному устройству..	96
6.3.5.2	Показатели назначения	96
6.3.5.3	Требования к надежности.....	97
6.3.5.4	Требования к технологичности	97
6.3.5.5	Требования к уровню унификации и стандартизации.....	97
6.3.5.6	Требования к безопасности	97
6.3.5.7	Эстетические и эргономические требования.....	97
6.3.5.8	Требования к патентной чистоте	97

6.3.5.9 Требования к составным частям продукции, расходным и эксплуатационным материалам.....	97
6.3.5.10 Условия эксплуатации.....	98
6.4 Разработка образца оборудования.....	98
6.4.1 Расчет мощности нагревателя	100
6.5 Преимущества разработанной конструкции перед прототипом.....	101
6.6 Особенности эксплуатации разработанной конструкции	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	105

ВВЕДЕНИЕ

Официальный дилер BMW в Красноярске «ЭлитАвто» на данный момент является одним из лучших дилеров автомобильного бренда BMW в России. Компания осуществляет деятельность по продаже новых автомобилей и автомобилей с пробегом, продаже запасных частей, сервисному обслуживанию, страхованию и кредитованию. Дилерский центр оснащен новыми сервисными постами, самым современным оборудованием и инструментами в полном соответствии с требованиями BMW к оснащению дилерских центров. Компания постоянно совершенствует систему обслуживания и применяет новые технологии в ремонте автомобилей бренда BMW. Кроме того в дилерском центре широко представлен модельный ряд автомобилей в самых различных комплектациях.

Исследование состоит в том, чтобы:

- провести маркетинговые исследования рынка продаж автомобилей «BMW» в Красноярском крае и сделать вывод о необходимости строительства новой СТО в регионе;
- изучить характерные неисправности автомобилей «BMW» и методы их профилактики;
- изучить системы замены охлаждающей жидкости и подобрать необходимое оборудование;
- разработать участок ТО и ТР;
- изучить технологический процесс замены охлаждающей жидкости по старой технологии и по новой;
- разработать усовершенствование выбранного оборудования для улучшения показателей сервисного обслуживания при замене охлаждающей жидкости.

1 Маркетинговое исследование рынка продаж автомобилей BMW в Красноярском крае

1.1 Анализ рынка автомобилей BMW в Красноярском крае





1.1.1 Структура модельного ряда автомобилей BMW

Модельный ряд автомобилей BMW представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Модельный ряд автомобилей BMW

Название модели	Внешний вид модели	Комплектация	Тип двигателя (объем, л)	Стоимость, руб
1 series		118iMT	Бензиновый (1,5)	1600000
		118i	Бензиновый (1,5)	1770200
		120d	Дизельный (2,0)	2220000
		120d xDrive	Дизельный (2,0)	2360000
		M140i	Бензиновый (3,0)	2780000
		M140i xDrive	Бензиновый (3,0)	2920000
2 series		218i	Бензиновый (1,5)	2069700
		220d xDrive	Дизельный (2,0)	2360000
		M240i	Бензиновый (3,0)	2850000
		M240i xDrive	Бензиновый (3,0)	2990000
		M2	Бензиновый (3,0)	4900000
3 series		318d	Дизельный (2,0)	2410000
		320i	Бензиновый (2,0)	2560000
		320i xDrive	Бензиновый (2,0)	2700000
		320d xDrive	Дизельный (2,0)	280000
		330i xDrive	Бензиновый (2,0)	3050000
		330d xDrive	Дизельный (3,0)	3490000
		M340i xDrive	Бензиновый (3,0)	4030000
4 series		420i	Бензиновый (2,0)	2780000
		420d	Дизельный (2,0)	2800000
		420i xDrive	Бензиновый (2,0)	2920000
		420d xDrive	Дизельный (2,0)	2940000
		430i	Бензиновый (2,0)	2990000
		430i xDrive	Бензиновый (2,0)	3130000
		440i xDrive	Бензиновый (3,0)	3700000
		M4	Бензиновый (3,0)	5920000

Продолжение таблицы 1.1

Название модели	Внешний вид модели	Комплектация	Тип двигателя (объем, л)	Стоимость, руб
5 series		520i	Бензиновый (2,0)	3030000
		520d	Дизельный (2,0)	3100000
		520d xDrive	Дизельный (2,0)	3240000
		530i xDrive	Бензиновый (2,0)	3490000
		530d xDrive	Дизельный (3,0)	4010000
		540i xDrive	Бензиновый (3,0)	4010000
		M550d xDrive	Дизельный (3,0)	5100000
		M550i xDrive	Бензиновый (4,4)	5640000
		M5	Бензиновый (4,4)	8240000
6 series GT		630i	Бензиновый (2,0)	3750000
		620d xDrive	Дизельный (2,0)	3880000
		630d xDrive	Дизельный (3,0)	4270000
		640i xDrive	Бензиновый (3,0)	4300000
		640d xDrive	Дизельный (3,0)	4810000
7 series		730i	Бензиновый (2,0)	5940000
		730d xDrive	Дизельный (3,0)	6610000
		730Ld xDrive	Дизельный (3,0)	7610000
		740d xDrive	Дизельный (3,0)	7260000
		740Ld xDrive	Дизельный (3,0)	7800000
		750d xDrive	Дизельный (3,0)	8590000
		750Ld xDrive	Дизельный (3,0)	8980000
		745Le xDrive	Гибрид (3,0)	7540000
		740Li xDrive	Бензиновый (3,0)	7650000
		750i xDrive	Бензиновый (4,4)	8820000
		750Li xDrive	Бензиновый (4,4)	9210000
M760Li xDrive	Бензиновый (6,6)	11330000		
8 series		840d xDrive	Дизельный (3,0)	6830000
		M850i xDrive	Бензиновый (4,4)	8570000
		M8	Бензиновый (4,4)	10420000

Продолжение таблицы 1.1

Название модели	Внешний вид модели	Комплектация	Тип двигателя (объем, л)	Стоимость, руб
X1		sDrive 18i	Бензиновый (1,5)	2150000
		xDrive 18d	Дизельный (2,0)	2360000
		xDrive 20i	Бензиновый (2,0)	2420000
		xDrive 20d	Дизельный (2,0)	2530000
X2		sDrive 20i	Бензиновый (2,0)	2150000
		xDrive 20d	Дизельный (2,0)	2500000
		sDrive 20i M Sport	Бензиновый (2,0)	2706300
X3		xDrive 20i	Бензиновый (2,0)	3360000
		xDrive 20d	Дизельный (2,0)	3440000
		xDrive 30i	Бензиновый (2,0)	3990000
		xDrive 30d	Дизельный (3,0)	4120000
		M40i	Бензиновый (3,0)	4380000
		M40d	Дизельный (3,0)	4540000
X4		xDrive 20i	Бензиновый (2,0)	3690000
		xDrive 20d	Дизельный (2,0)	3800000
		xDrive 30i	Бензиновый (2,0)	3950000
		xDrive 30d	Дизельный (3,0)	4260000
		xDrive M40d	Дизельный (3,0)	4960000
		M40i	Бензиновый (3,0)	5290000
X5		xDrive 30d	Дизельный (3,0)	4750000
		xDrive 40i	Бензиновый (3,0)	4930000
		M50d	Дизельный (3,0)	6040000
		xDrive 50i	Бензиновый (4,4)	6200000
		X5M	Бензиновый (4,4)	8990000

Окончание таблицы 1.1

Название модели	Внешний вид модели	Комплектация	Тип двигателя (объем, л)	Стоимость, руб
X6		xDrive 30d	Дизельный (3,0)	5420000
		xDrive 40i	Бензиновый (3,0)	5520000
		M50d	Дизельный (3,0)	6610000
		xDrive M50i	Бензиновый (4,4)	6770000
		X6M	Бензиновый (4,4)	9390000
X7		xDrive 30d	Дизельный (3,0)	5930000
		xDrive 40i	Бензиновый (3,0)	6100000
		M50d	Дизельный (3,0)	7620000
Z4 Roadster		sDrive 20i	Бензиновый (2,0)	3190000
		sDrive 30i	Бензиновый (2,0)	3820000
		M40i	Бензиновый (3,0)	4760000
i3		94ач + REX	Электрический	3840000
i8		Coupe	Гибридный (1,5)	9810000
		Roadster	Гибридный (1,5)	11610000

1.1.2 Количество проданных автомобилей BMW за период с 2010 года по 2019 год включительно

Данные о количестве проданных автомобилей BMW за 10 лет по годам в Красноярском крае и в России представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Данные о продажах автомобилей BMW за 10 лет

Год	Число проданных BMW в России, шт	Число проданных BMW в Красноярском крае, шт	Коэффициент
2010	20584	211	0,653
2011	28165	283	0,614
2012	37515	410	0,597
2013	42071	390	0,567
2014	35504	440	0,576
2015	27486	339	0,591
2016	27507	314	0,585
2017	30018	276	0,577
2018	35619	278	0,558
2019	41520	340	0,543

Для определения коэффициента (таблица 1.2) необходимо сначала определить насыщенность автомобилей BMW на 1000 человек населения в России, затем найти насыщенность на 1000 человек населения в Красноярском крае, после этого разделим насыщенность в Красноярском крае на насыщенность в России и тем самым определим коэффициент. Все данные представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Насыщенность России и Красноярска автомобилями BMW

	Год									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Количество автомобилей, шт.	78356	106521	144036	186107	221611	249097	276604	306622	342241	383761
Численность населения России, тыс.чел.	142856,5	142865,4	143056,4	143347	143666,9	146267,3	146544,7	146804,4	146880,4	146781
Насыщенн. новых авт. Россия/1000 жит.	0,548	0,746	1,007	1,298	1,543	1,703	1,888	2,089	2,330	2,615
Насыщенн. новых авт. Красн. края/1000 жит.	0,358	0,458	0,601	0,736	0,889	1,006	1,105	1,205	1,301	1,421
Численность населения Красн. края, тыс.чел.	2828,187	2829,105	2838,396	2846,48	2852,81	2858,773	2886,49	2875,301	2876,497	2874,0

Графическое распределение продаж автомобилей BMW в Красноярском крае и России представлены на рисунке 1.1 и рисунке 1.2 соответственно. На рисунке 1.3 приведено сравнение удельных продаж автомобилей на 1000 жителей.

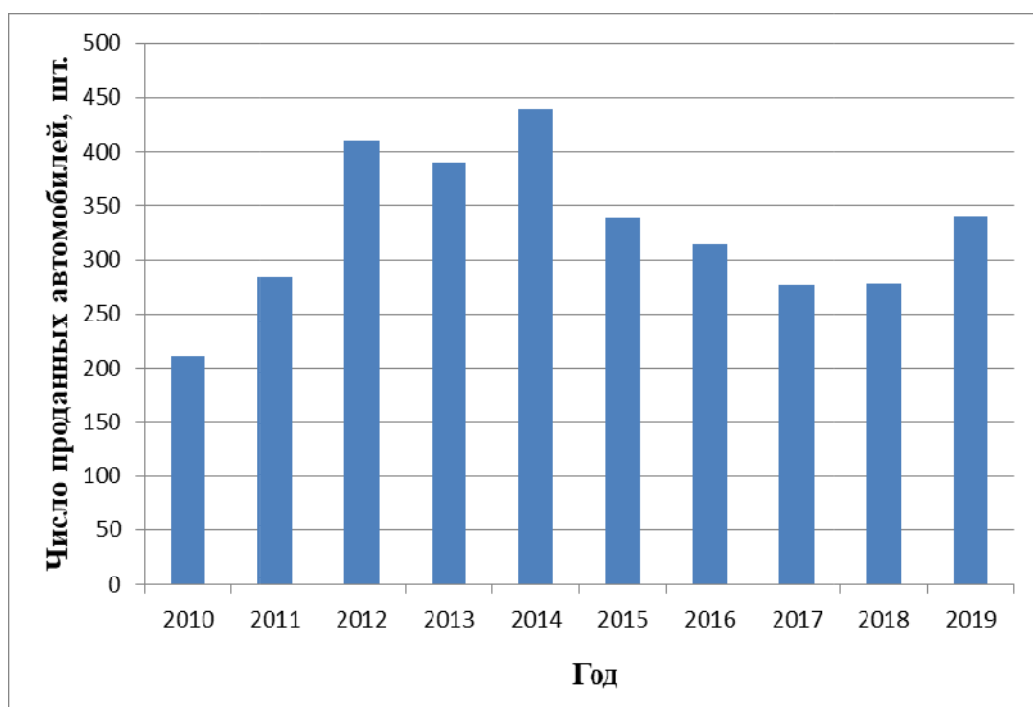


Рисунок 1.1– Продажи BMW в Красноярском крае

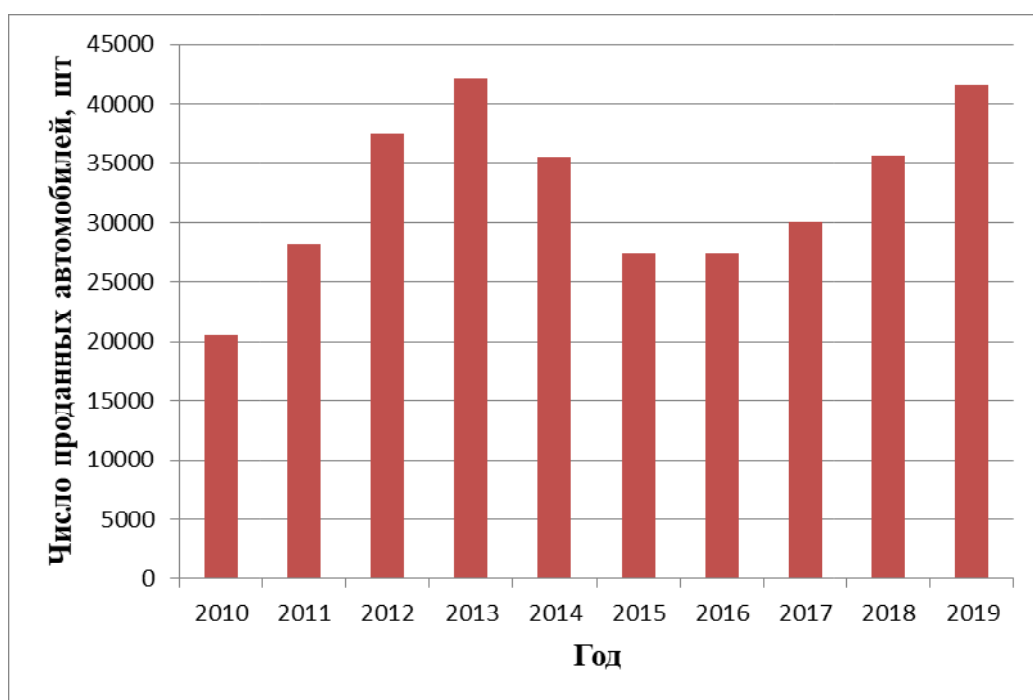


Рисунок 1.2– Продажи BMW в России

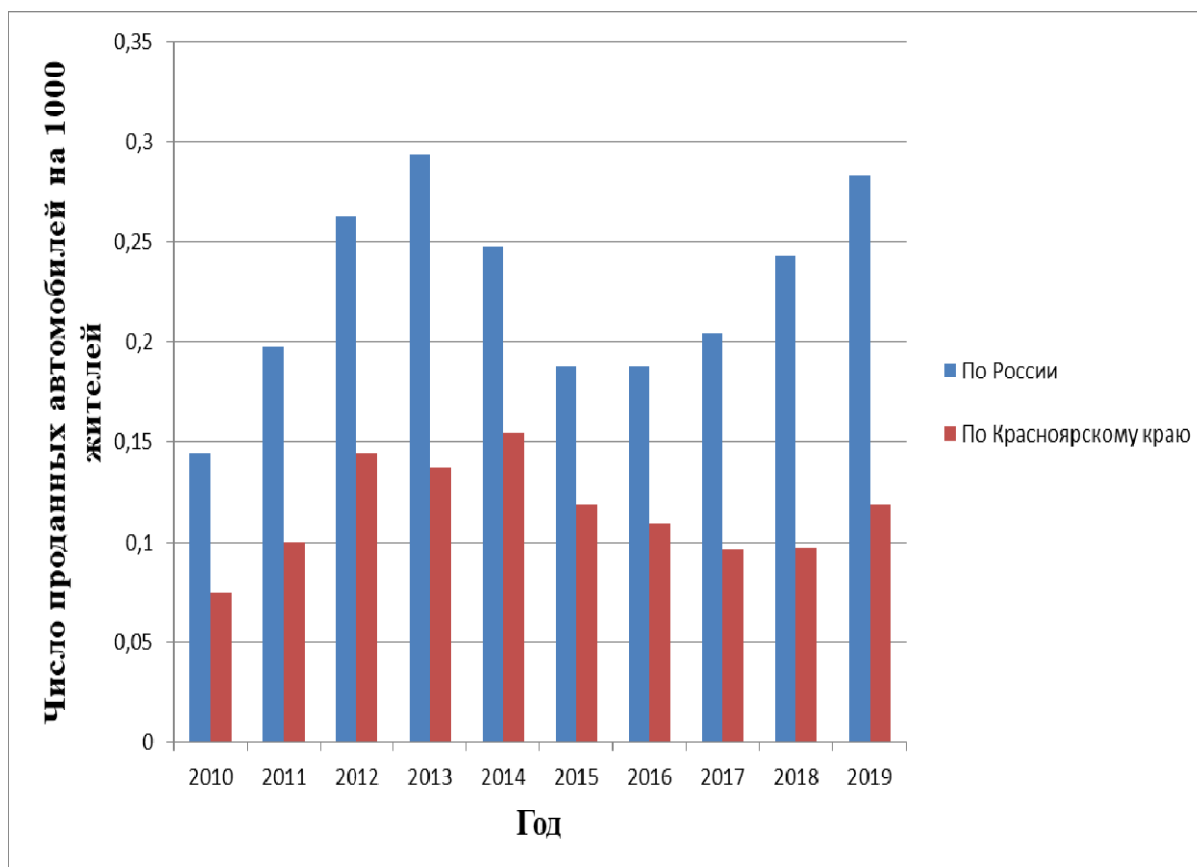


Рисунок 1.3 – Сравнение удельного числа проданных автомобилей на 1000 жителей в России и Красноярском крае

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

1.2.1 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса (этап № 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 $t_i = m$;
- средняя наработка в тыс.км на один автомобиле – заезд на СТО по моделям – $L_{ij}, j = (\overline{1, J})$.

Исходные данные для определения основных показателей приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Исходные данные для определения основных показателей

Временной период	Численность жителей региона, чел	Насыщенность легковыми автомобилями, авт./1000 жит.	Доля владельцев, польз. услугами СТО	Средняя наработка на один автомобиле-заезд	Вероятностное распределение обслуживаемых на СТО автомоб.
				BMW	BMW
Текущий	2874026	1,421	0,95	6,533	1
Перспект.	2876500	3	0,95	7,500	1

Количество автомобилей в городе:

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

где N_i - количество автомобилей;

A_i - число жителей города;

n_i – насыщенность населения города автомобилями.

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

Для текущего периода ($i=1$):

$$N_1 = \frac{2874026 \cdot 1,421}{1000} = 4084 \text{ (авт.)}.$$

Для перспективного периода ($i=2$):

$$N_2 = \frac{2876500 \cdot 3}{1000} = 8630 \text{ (авт.)}.$$

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

Динамика изменения насыщенности населения города автомобилями на ретроспективном периоде представлена в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Динамика изменения насыщенности населения города автомобилями на ретроспективном периоде

№ п.п.	Годы T_i	Годы t_i $t_i = T_i - 2015$	Насыщенность авт./1000 жителей
1	2015	0	1,006
2	2016	1	1,105
3	2017	2	1,205
4	2018	3	1,301
5 (текущий период)	2019	4	1,421

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 уравнения позволяет определить значение коэффициента пропорциональности q , т.е.

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

$$q = 0,048.$$

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 автомобилями от времени, т.е.

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

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

Результаты расчета n_t представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Результаты расчета n_t

Годы t_i $t_i = T_i - 2015$	n_t , авт./1000 жителей
5	1,528
6	1,635
7	1,740
8	1,843
9	1,943
10	2,039
11	2,130
12	2,216
13	2,296
14	2,370
15	2,438
16	2,500
17	2,557
18	2,608
19	2,655
20	2,696
21	2,733
22	2,766

Решение уравнения (1.4) относительно фактора времени t , позволяет оценить временной интервал (лаг) выхода насыщенности населения автомобилями на заданное предельное (или близкое к нему) значение насыщенности $n < n_{max} = n_2$:

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

$$t_{л} = 4 - \frac{\ln\left[\left(\frac{3 \cdot 1,421}{2,9} - 1,421\right)/(3 - 1,421)\right]}{0,048 \cdot 3} = 17,354.$$

Изменение и прирост насыщенности населения автомобилями на ретроспективном периоде представлены в таблице 1.7.

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

№ п.п.	Годы	Насыщенность	Прирост насыщенности
1	2015	1,006	0,000
2	2016	1,105	0,099
3	2017	1,205	0,100
4	2018	1,301	0,096
5	2019	1,421	0,119

В данной таблице, прирост насыщенности Δn_t равен:

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

Графическая иллюстрация прогноза насыщенности населения Красноярского края автомобилями BMW представлена на рисунке 1.4.

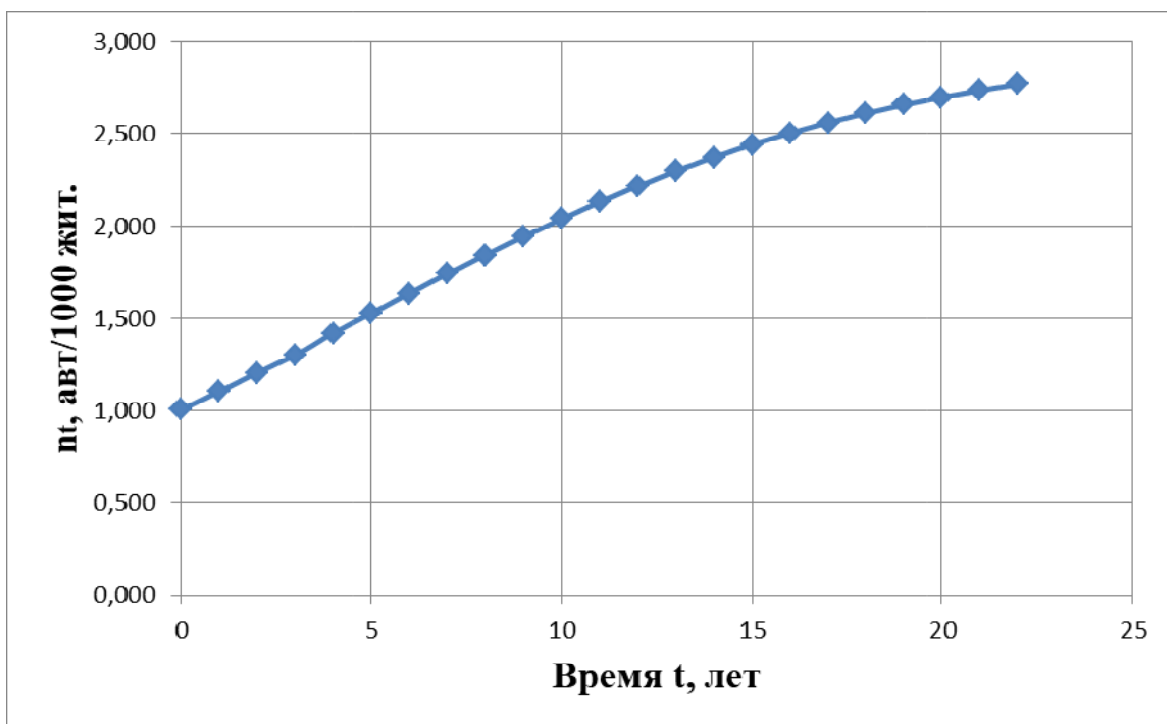


Рисунок 1.4—Графическая иллюстрация прогноза насыщенности Красноярского края автомобилями BMW

Таким образом, заданная (перспективная) предельная насыщенность населения автомобилями $n_{max} = n_2 = 3$ авт./1000 жит. может быть достигнута через 17 лет относительно текущего периода.

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 всех автомобилей для рассматриваемого периода:

$$\bar{L}_{\Gamma i} = \sum_{j=1}^j \bar{L}_{\Gamma j} \cdot P_{ij}. \quad (1.8)$$

Средневзвешенная наработка на один автомобиле-заезд на СТО:

$$\bar{L}_i = \sum_{j=1}^j \bar{L}_{ij} \cdot P_{ij}. \quad (1.9)$$

Годовое количество обращений (заездов) автомобилей региона на СТО:

$$N_{\Gamma i} = N_i \cdot \beta_i \cdot \frac{\bar{L}_{\Gamma i}}{\bar{L}_i}. \quad (1.10)$$

Результаты расчетов приведены в таблице 1.8.

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

Временной период i	Кол-во автомобилей в регионе N_i	Средневзвешенный годовой пробег автомобиля $L_{\Gamma i}$, тыс. км	Средневзвешенная наработка на один автомобиле-заезд на СТО L_i , тыс. км	Общее годовое кол-во заездов а/м региона на СТО $N_{\Gamma i}$
Текущий (1)	4083	16,0	7,126	8709
Перспективный (2)	5006	16,0	8,321	9144

1.2.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе (этап № 2)

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 $t_{\Delta} = 2...3$ 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:

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.

Экспертная оценка спроса на текущий период представлена в виде таблицы 1.9.

Таблица 1.9 – Экспертная оценка СТО

№	Текущий период		Ближайшая перспектива				Распределение обращений по моделям автомобилей B_{kj} , %
	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса W_k , %	Возможность увеличения числа обращений C_k				
			№ эксперта C_k				
			1	2	3	4	
1	8709	97	1,04	1,05	1,06	1,05	100

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

Удовлетворённый спрос по k-ой СТО:

$$M_{ук} = \frac{M_k \cdot W_k}{100}, \quad (1.11)$$

где k – индекс (номер) СТО;

W_k – процент удовлетворения спроса, %.

$$M_{y1} = \frac{8709 \cdot 97}{100} = 8448.$$

Неудовлетворенный спрос по k–ой СТО:

$$M_{ny} = M - M_y, \quad (1.12)$$

$$M_{ny} = 8709 - 8448 = 261.$$

Результат оценки удовлетворённого спроса на услуги автосервиса приведён в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Оценка удовлетворенного спроса на услуги автосервиса

Номер СТО $k = (\bar{1}, \bar{k})$	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса $W_k, \%$	Удовлетворенный спрос
			Всего M_{yk}
1	8709	97	8448

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 $t = m = 4$ ($T = 2019$ г.) составляет 8709 обращений;

– при этом величина неудовлетворённого спроса составляет достаточно низкий процент (261), т.к. все автомобили данной марки обслуживаются у официального дилера;

– всего, на перспективу, на момент времени $t = 7$ лет прогноз спроса составит 9144 обращений в год;

– таким образом, через 3 года относительно текущего периода появляется необходимость в потенциальном дополнительном удовлетворении ТО и Р автомобилей СТО региона.

На основе полученных результатов и их анализа может быть принято решение о том, что строительство новой СТО не требуется, так как ресурсов действующей СТО вполне достаточно.

1.2.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе (этап № 3)

Общие принципы прогнозирования динамики изменения спроса на услуги.

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

$$\varphi = -\frac{\sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t^2) - M_{\Pi} \sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t)}{M_{\Pi}^2 \sum_{t=1}^m y_t^2 - 2M_{\Pi} \sum_{t=1}^m y_t^3 + \sum_{t=1}^m y_t^4}, \quad (1.13)$$

$$\varphi = 0,008.$$

$$y_t = \frac{M_{\Pi} M}{M + (M_{\Pi} - M) \cdot \exp[-\varphi M_{\Pi} (t - m)]}. \quad (1.14)$$

В выражении (1.14) Δy_t есть годовой прирост спроса на услуги по ТО и Р в интервале времени ($t_i \dots t_{i-1}$) на ретроспективном периоде, т.е.:

$$\Delta y_t = y_{t_i} - y_{t(i-1)}. \quad (1.15)$$

Изменение и прирост спроса на услуги по ТО и ремонту автомобилей на СТО региона представлен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Изменение и прирост спроса на услуги по ТО и ремонту автомобилей на СТО региона

№ п.п.	Годы T_i	Годы t_i , $t_i = T_i - 2015$ (лет)	Спрос y_t (тыс.обращений в год)	Прирост спроса Δy_t (тыс.обращений в год)
1	2015	0	6,132	0,000
2	2016	1	6,802	0,670
3	2017	2	7,712	0,910
4	2018	3	8,327	0,615
5	2019	4	8,709	0,382
6	2020	5	9,365	0,656
7	2021	6	10,017	0,652
8	2022	7	10,659	0,642

Графическая иллюстрация прогнозного изменения спроса на услуги в регионе на СТО автомобилей представлена на рисунке 1.5.

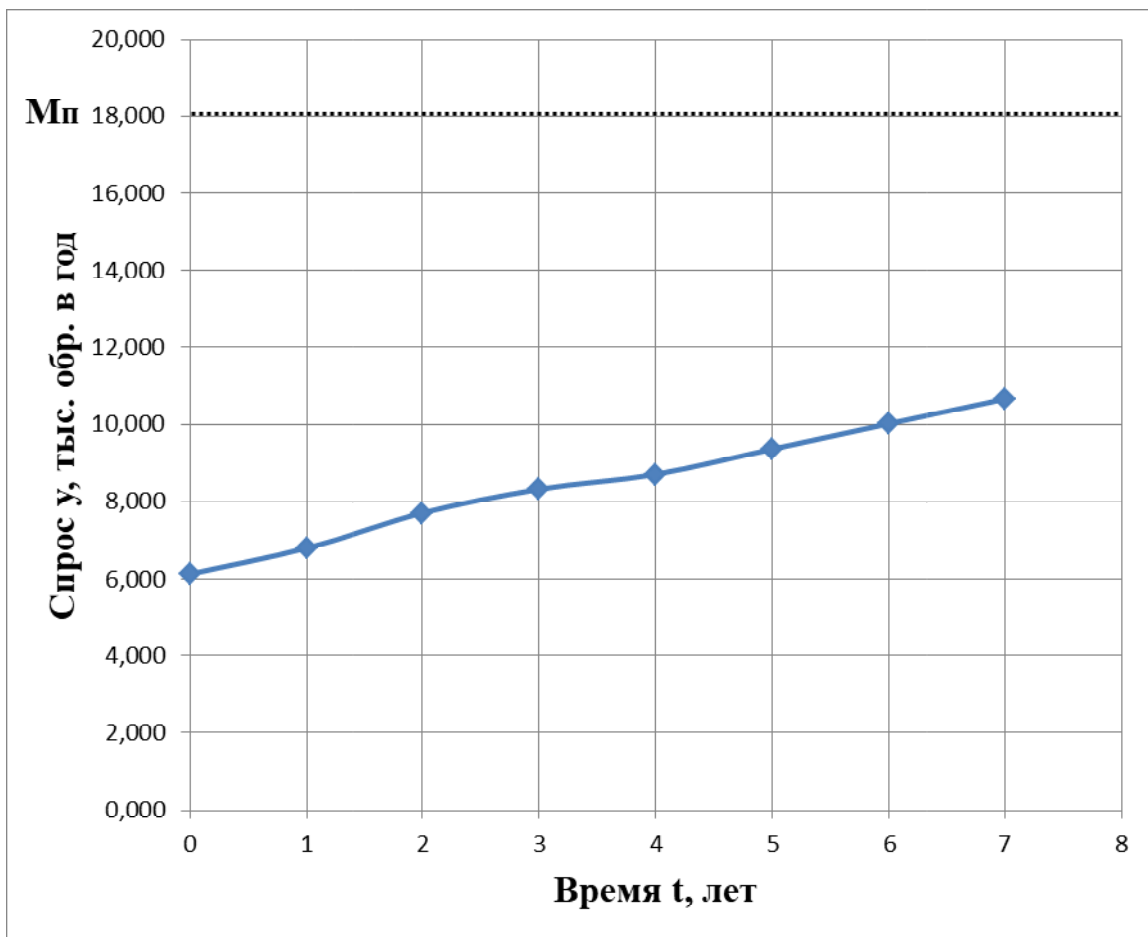


Рисунок 1.5 – Графическая иллюстрация прогнозного изменения спроса на услуги в регионе на СТО автомобилей

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

$$N_{C_k}^B = M_{ук} \alpha_{C_k}, \quad (1.16)$$

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

Результаты расчета представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Оценка спроса на услуги СТО на перспективу

№ СТО	M _{ук}	Спрос, прогнозируемый экспертами $N_{C_k}^B$				Среднее значение прогнозируемого спроса по СТО N_k^B
		Номер экспертов, $C_k = (1, G_k)$				
		1	2	3	4	
1	8448	8786	8870	8955	8870	8870

Возможный прогнозируемый спрос на услуги по существующей СТО составит 8870 обращений в год.

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

Результаты проведенного маркетингового анализа позволяют сделать следующие выводы:

- 1) прогноз потребности в услугах на СТО региона показывает, что к 2022 году значение прогнозируемого спроса составит 8870 обращений в год;
- 2) таким образом, все вышеотмеченные показатели указывают на нецелесообразность строительства новой СТО в рассматриваемом регионе.

2 Эксплуатация автомобилей BMW

2.1 Лакокрасочное покрытие кузова

Качество лакокрасочного покрытия автомобилей BMW находится на достаточно высоком уровне. Как правило, на кузове автомобилей не возникает каких-либо очагов коррозии (даже на участках, подверженных постоянному «пескострую» и образованию сколов). Ржавчина появляется обычно на кузове автомобилей, попавших в ДТП и при некачественном ремонте. Процесс покраски автомобиля BMW на заводе представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1– Процесс покраски автомобиля BMW на заводе

2.2 Подвеска и рулевое управление

Элементы передней подвески автомобилей BMW обладают достаточно большим ресурсом. Чаще всего проблемы возникают с амортизаторами (их приходится обычно менять после 100 тыс. км. пробега). Меняются они, как правило, сразу вместе с опорными подшипниками.

Слабым звеном задней подвески являются плавающие сайлентблоки в верхних поперечных рычагах. Обычно их приходится менять после 80 тыс. км. пробега.

На автомобилях с адаптивной пневмоподвеской часто возникает такая проблема, как заваливание автомобиля на одну из сторон. Это происходит из-за неисправности пневмобаллона, которая в свою очередь, как правило, возникает из-за выхода из строя гидравлического амортизатора. Стоит отметить, что адаптивная подвеска подвержена очень быстрому износу при эксплуатации на дорогах с некачественным покрытием. А неисправность одного из элементов данного типа подвески резко ускоряет износ остальных элементов. Пневмостойка BMW представлена на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2– Пневмостойка BMW

После 100 тыс. км. пробега часто появляются стуки в рулевом механизме (рулевой рейке). Остальные элементы рулевого управления (тяги и наконечники) имеют большой ресурс.

2.3 Трансмиссия

Восьмиступенчатая автоматическая коробка передач ZF 8HP зарекомендовала себя как достаточно надежная. Но стоит отметить, что она имеет серьезную недоработку. В планетарном механизме, который задействован при работе первых четырех передач, все элементы стальные, за исключением блока сателлитов, который выполнен из алюминия. Так как корпус сделан из более мягкого металла, то стопорные кольца пальцев шестерен сателлитов постепенно протачивают его. После этого продукты

износа попадают в места зацепления других элементов планетарного ряда. Из-за этого зубья шестерен разрушаются, стружка начинает разноситься по всей гидросистеме. В итоге весь корпус сателлитов может просто развалиться. На большинстве машин данная неисправность возникает после 70 тыс. км. Несмотря на то, что регламент технического обслуживания автомобилей BMW не предусматривает замену масла в АКПП, сам производитель ZF рекомендует менять его не реже, чем каждые 60 тыс. км. пробега вместе с масляным фильтром, установленным в поддоне коробки. Это позволит значительно снизить износ коробки передач и продлить ее срок службы. Также нужно промывать радиатор охлаждения коробки с таким же интервалом. Внешний вид коробки передач ZF 8HP представлен на рисунке 2.3.

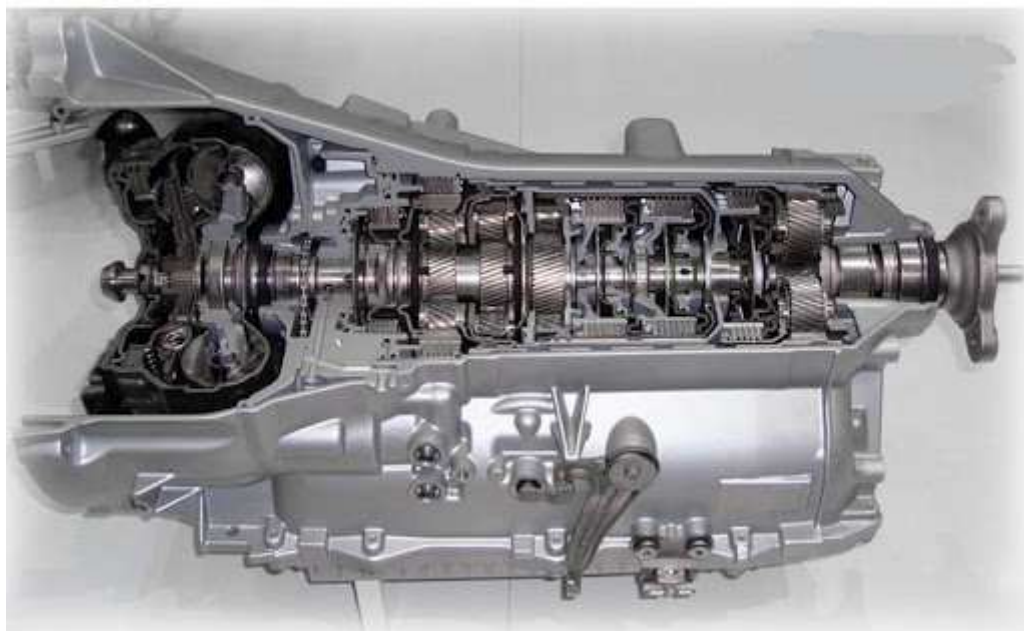


Рисунок 2.3– Внешний вид коробки передач ZF 8HP

Пакет фрикционов со стальными дисками коробки переада ZF 8HP представлен на рисунке 2.4.

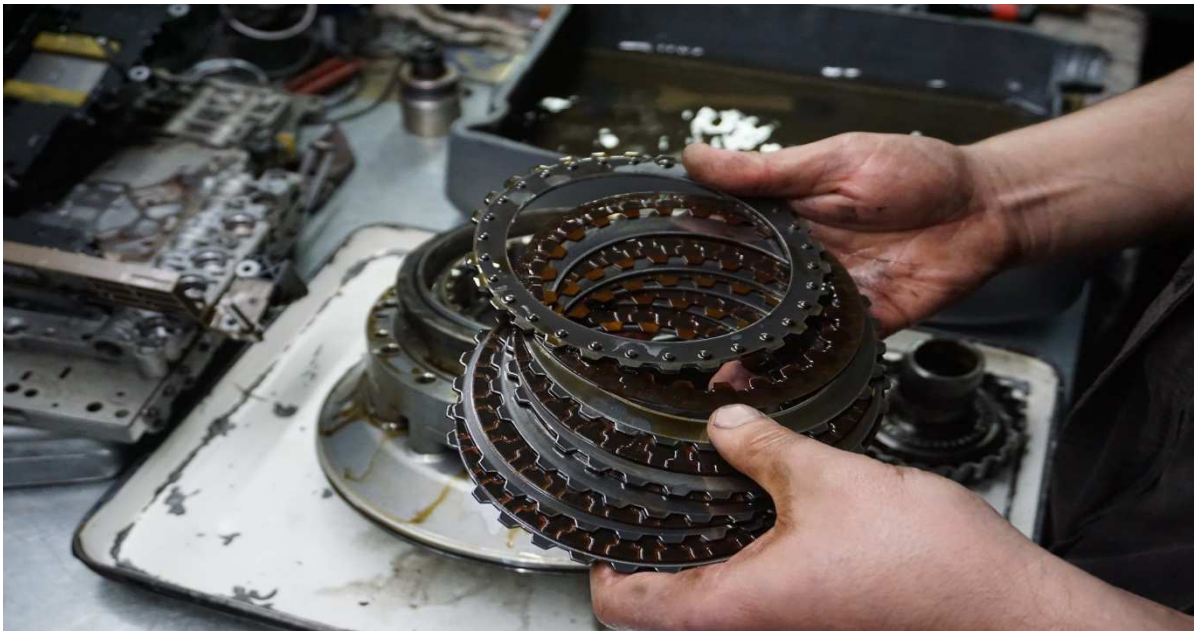


Рисунок 2.4– Пакет фрикционов со стальными дисками АКПП ZF 8HP

У раздаточной коробки на полноприводной трансмиссии xDrive существует очень большой недостаток конструкции. Это сапун, который представляет собой простую трубку без клапана или пыльника. При эксплуатации автомобиля в раздаточную коробку попадает влага, особенно это проявляется зимой, когда после езды агрегат остывает и затягивает через сапун влажный наружный воздух. Также это сильно проявляется и при проезде глубоких луж. В итоге внутри раздаточной коробки накапливается большое количество влаги, которое приводит к сильной коррозии всех элементов внутри данного агрегата. Данная проблема зачастую приводит к тому, что после 50 тыс. км. в трансмиссии появляются посторонние вибрации и рывки. Если автомобиль оборудован более мощным мотором, то это проявляется на старте и в начале движения, а если более слабым, то на скоростях от 60 до 80 км/ч.

2.4 Электрика и электроника

По большей части электрика на современных автомобилях BMW имеет достаточную надежность. Из частых проблем на некоторых моделях (например, на X3) можно отметить появление коррозии и последующего разрушения одного из «плюсовых» проводов АКБ. Он проходит от батареи, которая расположена в багажном отделении до моторного отсека по днищу кузова.

Дело в том, что одно из соединений провода подвержено сильному воздействию грязи и агрессивных веществ (таких как реагенты). По итогу возникает просадка по напряжению, и начинают загораться ошибки и индикации неисправностей. Но данная проблема, как правило, проявляется на машинах с очень большими пробегами. Также достаточно частой проблемой является выход из строя блока управления передними фарами. Его внешний вид представлен на рисунке 2.5.



Рисунок 2.5– Блок управления передними фарами

2.5 Двигатель

На некоторых бензиновых моторах после 70 тыс. км пробега возникают серьезные задиры на шейках распредвалов и их постелях. Иногда в таких случаях ремонт головки блока цилиндров уже невозможен. Данный дефект возникает из-за масляного голодания.

Турбины на всех бензиновых двигателях обычно достаточно надежны и даже долговечнее моторов (при отсутствии заводского брака).

На многих бензиновых и дизельных моторах недолговечна цепь ГРМ. Зачастую ее меняют из-за удлинения выше нормативного значения после 100 тыс. км. пробега.

Одними из самых сложных элементов дизельных двигателей BMW являются пьезофорсунки, которые имеют очень высокую стоимость и очень чувствительны к качеству топлива. При заправке некачественным дизельным топливом они очень быстро выходят из строя. В среднем их меняют после 150 – 200 тыс. км пробега.

На всех дизельных двигателях BMW после 100 тыс. км начинают выходить из строя свечи предпускового подогрева, а также блок управления ими. Обычно это хорошо заметно зимой при затруднении пуска двигателя. Менять все свечи и модуль рекомендуется разом при возникновении неисправности хотя бы одного элемента (так как обычно после этого остальные выходят из строя очень быстро).

Кроме того, почти на всех дизельных двигателях BMW слабым элементом является шкив коленчатого вала с резиновым демпфером. Много случаев, когда он сильно трескается после 100 тыс. км пробега. Бывают случаи, когда это приводит к разрыву наполнителя, в результате чего шкив отваливается.

Все турбины на дизельных моторах BMW в целом имеют высокую надежность и большой ресурс (даже больше, чем турбины на бензиновых моторах).

Также стоит отметить, что многие двигатели BMW имеют достаточно высокий уровень расхода моторного масла. Поэтому всегда необходимо тщательно следить за его уровнем.

Все моторы BMW имеют высокую теплонагруженность и очень чувствительны к перегреву. Чтобы не доводить их до сильно высоких температур, которые могут привести к серьезным неисправностям, следует постоянно следить за состоянием системы охлаждения автомобиля. Необходимо промывать радиаторы не реже, чем раз в два года. Кроме того, необходимо тщательно следить за состоянием охлаждающей жидкости и ее

уровнем. Со временем она теряет свои химические и физические свойства. Это может привести к возникновению коррозии и отложений на элементах системы охлаждения, что в свою очередь может вызвать их выход из строя. Недостаточный уровень может привести к перегреву двигателя, а избыточный к высокому давлению в системе охлаждения, что приводит к возникновению трещин и протечек в системе.

Внешний вид современного двигателя BMW N20 представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6– Внешний вид двигателя N20

3 Выбор системы замены охлаждающей жидкости (ОЖ)

3.1 Виды систем замены охлаждающей жидкости

В ходе развития автомобилестроения вместе с жидкостными системами охлаждения также активно развивались системы замены охлаждающей жидкости. Данные системы сильно зависели как от применяемой охлаждающей жидкости и ее физических и химических свойств, так и от сложности и нагруженности мотора, установленного на автомобиль. Например, при использовании в качестве охлаждающей жидкости воды в холодное время года и отсутствии теплого гаража требовалось каждый раз перед поездкой на автомобиле заливать в его охлаждающую систему чистую воду, а после полностью сливать ее, чтобы избежать замерзания жидкости в системе охлаждения. С появлением антифриза данная операция уже не требовалась, так как температура кристаллизации антифриза могла быть намного ниже, чем у воды. На данный момент все производители антифризов добавляют в их состав большой комплекс присадок, который позволяет избежать коррозии металла, вспенивания жидкости, кавитации, накипи и других загрязнений.

Сейчас каждый автомобильный производитель предлагает свою систему замены охлаждающей жидкости. Регламенты замены охлаждающей жидкости некоторых автопроизводителей представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Регламенты замены охлаждающей жидкости

Автопроизводитель	Периодичность замены
Lada	Через каждые 90 тыс. км.пробега или 3 года (что наступит раньше)
BMW	Рассчитана на весь срок службы (рекомендовано менять каждые 5 лет)
Volkswagen	Рассчитана на весь срок службы
Audi	Рассчитана на весь срок службы
Mercedes-Benz	Раз в 3 года
Mazda	Первый раз через 90 тыс. км.пробега или 4 года (что наступит раньше), далее каждые 2 года

Как видно из приведенной таблицы у BMW охлаждающая жидкость рассчитана на весь срок службы автомобиля. Несмотря на это, рекомендуется ее менять каждые 5 лет. В первую очередь это связано с высокой теплонагруженностью моторов BMW. Поэтому очень важно, чтобы система охлаждения у данных моторов имела максимальную эффективность. Это позволит увеличить ресурс мотора и избежать его преждевременного выхода из строя. Особенно это актуально в случае частой эксплуатации автомобиля в режиме максимальных нагрузок.

3.2 Подбор оборудования

На данный момент существуют различные способы замены охлаждающей жидкости. В первую очередь это может быть ручная замена или аппаратная. Сейчас на рынке существует множество различных установок для замены охлаждающей жидкости, которые позволяют значительно облегчить и ускорить процесс ее замены. Далее произведем подбор наиболее эффективной модели установки.

3.2.1 Обоснование исходных данных и условий для расчета эффективности установок для замены охлаждающей жидкости

Обоснование исходных данных в общем случае необходимо начинать с выбора и иерархической классификации показателей установок для замены охлаждающей жидкости. Однако в действительности, учитывая ограниченность информации, предоставляемой производителями и продавцами гаражного оборудования, этот этап упрощен, так как показателей немного и они фактически уже определены. Так, для установок для замены охлаждающей жидкости простыми и измеряемыми свойствами, влияющими на эффективность использования и отражаемыми в технической документации производителей, являются:

- Габариты оборудования, м²;
- Объем внутренних резервуаров (суммарно), л;

- Максимальное рабочее давление, бар;
- Масса, кг.

Массив исследуемых установок приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Массив исследуемых установок и их характеристики

Модель установки	Габариты, м ² .	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л.	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг.	Цена, руб.
Nordberg CMT52A	0,215	60	7	34	37188
KraftWell KRW1800	0,252	60	8,3	32	37039
Sivik KC-121M	0,27	40	1,5	36	64600
Сорокин 11.71	0,252	60	7	30	34999
ODA 4010	0,252	60	7	32	33800
Atis GD-522A	0,24	60	8,3	60	45048
Atis GB-522A	0,24	60	6.9	32	36330
Spin WS 3000	0,252	60	7	36	79920
Impact-450	0,358	60	2,5	48	91000
Автоальянс, SL 033М	0,185	21	2,5	40	46500
Автоальянс, SL 037М	0,185	20	2,5	40	50500
Impact-460	0,203	44	4	40	97500
SPIN WS 3500	0,279	40	7	50	112680
SPIN WS 4000	0,284	40	7	51	147600
Spin WS 3000Plus	0,252	60	7	36	92160
Wynn's Colling Serve W68401	0,170	44	1	28	112846
TopAuto WS 1800	0,273	30	7	30	73710
Максимальное	0,358	60	8,3	60	147600
Минимальное	0,170	20	1	28	33800

Зададимся равными условиями для всех установок: количество смен – 1,5; время работы – 12 ч; количество рабочих дней в году – 365.

При обосновании загрузки поста рассмотрим два характерных случая: неполная и полная загрузка. Первый случай характерен для неавторизованных (не привязанных к какому-либо автодилеру) автосервисов, работающих в условиях свободного рынка, когда постоянная клиентура еще не наработана и нет стабильной загруженности постов.

Сменно-суточная программа поста при его неполной загрузке приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сменно-суточная программа поста при его неполной загрузке

Максимальное рабочее давление установки	Количество обслуживаемых автомобилей с объемом двигателя						Всего автомобилей в смену
	До 1,6 л	До 2,3 л	До 3 л	До 3,7 л	До 4,5 л	До 6,6 л	
	Вариант 1 (неполная загрузка поста)						
До 1,7 бар	2	-	-	-	-	-	2
До 2,7 бар	2	4	-	-	-	-	6
До 3,7 бар	2	4	3	-	-	-	9
До 5,3 бар	2	4	3	1	-	-	10
До 6,9 бар	2	4	3	1	1	-	11
До 8,3 бар	2	4	3	1	1	1	12
Трудоемкость замены охлаждающей жидкости, чел·ч	0,5	0,53	0,56	0,59	0,64	0,67	

Второй характерный случай функционирования поста – его полная загрузка. Этот случай характерен для авторизованных (фирменных) автосервисов со стабильной загрузкой постов. Сменно-суточная программа поста при его полной загрузке приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сменно-суточная программа поста при его полной загрузке

Максимальное рабочее давление установки	Количество обслуживаемых автомобилей с объемом двигателя						Всего автомобилей в смену
	До 1,6 л	До 2,3 л	До 3 л	До 3,7 л	До 4,5 л	До 6,6 л	
	Вариант 2 (полная загрузка поста)						
До 1,7 бар	2	4	3	1	1	1	12
До 2,7 бар	2	4	3	1	1	1	12
До 3,7 бар	2	4	3	1	1	1	12
До 5,3 бар	2	4	3	1	1	1	12
До 6,9 бар	2	4	3	1	1	1	12
До 8,3 бар	2	4	3	1	1	1	12
Трудоемкость замены охлаждающей жидкости, чел·ч	0,5	0,53	0,56	0,59	0,64	0,67	

При вышерассмотренных условиях будем рассчитывать прибыль за весь нормативный срок эксплуатации (7 лет) для каждой модели установки, затем подставлять ее в правую часть уравнений системы и решать систему для нахождения весовых коэффициентов свойств установки.

Далее будем находить комплексный показатель качества для каждой установки с учетом весовых коэффициентов, строить зависимость прибыли от коэффициента качества, ранжировать установки и по полученному ранжированному ряду оценивать, какая модель установки наиболее эффективна и конкурентоспособна, какие свойства подъемников оказывают наибольшее влияние на эффективность в конкретных условиях эксплуатации.

3.2.2 Экономическая модель оценки эффективности использования установки для замены охлаждающей жидкости

3.2.2.1 Расчет трудоемкости работ

Трудоемкость технологического процесса будет складываться из следующих составляющих:

$$T(i)_{\text{ТП}} = \sum n(k) \cdot [T(k) + t_{\text{пост}}], \quad (3.1)$$

где $n(k)$ – количество автомобилей k -го класса с определенным объемом двигателя;

$T(k)$ – трудоемкость выполнения работ по замене охлаждающей жидкости;

$t_{\text{пост}}$ – продолжительность постановки автомобиля на пост и съезд с поста, ч.

$$T(i)_{\text{ТП}} = 2 \cdot [0,5 + 0,0261] + 4 \cdot [0,53 + 0,0261] + 3 \cdot [0,56 + 0,0261] + 1 \cdot [0,59 + 0,0261] + 1 \cdot [0,64 + 0,0261] + 1 \cdot [0,67 + 0,0261] = 7,0132 \text{ чел} \cdot \text{ч}.$$

Годовая трудоемкость работ поста, (чел·ч/год):

$$T(i)_{\text{год}} = T(i)_{\text{ТП}} \cdot D_{\text{р.г}}, (3.2)$$

$$T(i)_{\text{год}} = 7,0132 \cdot 365 = 2559,818 \text{ чел}\cdot\text{ч/год},$$

где $D_{p,г}$ – количество рабочих дней в году.

Результаты расчета трудоемкости работ для всех установок представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет трудоемкости работ для каждой установки

Модель установки	Трудоемкость технологического процесса (неполная загрузка), чел·ч	Годовая трудоемкость работ поста (неполная загрузка), чел·ч/год	Трудоемкость технологического процесса (полная загрузка), чел·ч	Годовая трудоемкость работ поста (полная загрузка), чел·ч/год
Nordberg CMT52A	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
KraftWell KRW1800	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Sivik KC-121M	1,0522	384,053	7,0132	2559,818
Сорокин 11.71	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
ODA 4010	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Atis GD-522A	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Atis GB-522A	6,3171	2305,7415	7,0132	2559,818
Spin WS 3000	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Impact-450	3,2766	1195,959	7,0132	2559,818
Автоальянс, SL 033M	3,2766	1195,959	7,0132	2559,818
Автоальянс, SL 037M	3,2766	1195,959	7,0132	2559,818
Impact-460	5,651	2062,615	7,0132	2559,818
SPIN WS 3500	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
SPIN WS 4000	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Spin WS 3000Plus	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818
Wynn's Colling Serve W68401	1,0522	384,053	7,0132	2559,818
TopAuto WS 1800	7,0132	2559,818	7,0132	2559,818

3.2.2.2 Расчет нормативной численности рабочих

Номинальный фонд рабочего времени составит:

$$\text{НФРВ} = 365 \cdot 12 = 4380 \text{ ч.}$$

С учетом сокращения времени на 1 ч в предпраздничные дни (всего на 7 ч в год) полезный фонд рабочего времени (ПФРВ) составит 4373 ч.

Число рабочих на посту:

$$N_p = T(i)_{\text{год}} / \text{ПФРВ}, (3.3)$$

$$N_p = 2559,818 / 4373 = 0,58537 \text{ чел.}$$

Результаты расчета N_p для всех установок представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Результаты расчета числа рабочих на посту

Модель установки	Число рабочих (неполная загрузка)	Число рабочих (полная загрузка)
Nordberg CMT52A	0,585369	0,585369
KraftWell KRW1800	0,585369	0,585369
Sivik KC-121M	0,087824	0,585369
Сорокин 11.71	0,585369	0,585369
ODA 4010	0,585369	0,585369
Atis GD-522A	0,585369	0,585369
Atis GB-522A	0,527268	0,585369
Spin WS 3000	0,585369	0,585369
Impact-450	0,273487	0,585369
Автоальянс, SL 033M	0,273487	0,585369
Автоальянс, SL 037M	0,273487	0,585369
Impact-460	0,47167	0,585369
SPIN WS 3500	0,585369	0,585369
SPIN WS 4000	0,585369	0,585369
Spin WS 3000Plus	0,585369	0,585369
Wynn's Colling Serve W68401	0,087824	0,585369
TopAuto WS 1800	0,585369	0,585369

3.2.2.3 Расчет капиталовложений

В данном случае, так как установка будет применяться уже на существующем посту дилерского центра, то в капиталовложения будут входить только стоимости установок, которые приведены в подпункте 3.2.1.

3.2.2.4 Расчет фонда оплаты труда

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе «Отраслевого тарифного соглашения». Базовый размер оплаты труда составляет 4330 руб. Тарифный коэффициент основного рабочего – 1,9; районный коэффициент за непрерывный стаж работы в данной местности – 1,5. Нормативная численность рабочих на посту – 0,585 чел.

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = 4330 \cdot 1,9 \cdot 1,5 \cdot 0,585369 \cdot 12 = 230226 \text{ руб.}$$

Среднемесячная зарплата одного рабочего:

$$ЗП_{\text{ср}} = \text{ФОТ}_{\text{год}}/N_{\text{р}} \cdot 12 = 230226/0,585369 \cdot 12 = 32775 \text{ руб.}$$

Начисления на ФОТ($H_{\text{ФОТ}}$) – 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 %.

$$H_{\text{ФОТ}} = \text{ФОТ} \cdot H_{\text{отч}} = 230226 \cdot 0,271 = 62391,1 \text{ руб.}$$

Результаты расчета фонда оплаты труда приведены таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Расчет фонда оплаты труда

Модель установки	ФОТ _{год} , руб (неполная загрузка)	ЗП _{ср} , руб (неполная загрузка)	H _{ФОТ} , руб (неполная загрузка)	ФОТ _{год} , руб (полная загрузка)	ЗП _{ср} , руб (полная загрузка)	H _{ФОТ} , руб (полная загрузка)
Nordberg CMT52A	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
KraftWell KRW1800	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Sivik KC-121M	34541,06	32775	9360,627	230225,6	32775	62391,13
Сорокин 11.71	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
ODA 4010	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Atis GD-522A	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Atis GB-522A	207374,4	32775	56198,46	230225,6	32775	62391,13
Spin WS 3000	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Impact-450	107562,5	32775	29149,43	230225,6	32775	62391,13
Автоальянс, SL 033M	107562,5	32775	29149,43	230225,6	32775	62391,13
Автоальянс, SL 037M	107562,5	32775	29149,43	230225,6	32775	62391,13
Impact-460	185508	32775	50272,67	230225,6	32775	62391,13
SPIN WS 3500	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
SPIN WS 4000	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Spin WS 3000Plus	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13
Wynn's Colling Serve W68401	34541,06	32775	9360,627	230225,6	32775	62391,13
TopAuto WS 1800	230225,6	32775	62391,13	230225,6	32775	62391,13

3.2.2.5 Расчет затрат на технологическую электроэнергию

Так как установки, которые участвуют в данном расчете, являются пневматическими (подключаются к компрессору) или электрическими, но подключаемыми к АКБ обслуживаемого автомобиля, то данным расчетом можно пренебречь.

3.2.2.6 Расчет общехозяйственных расходов

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

$$P_1 = 200N_p = 200 \cdot 0,58537 = 117,07 \text{ руб/чел.}$$

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

$$P_2 = 200N_p = 200 \cdot 0,58537 = 117,07 \text{ руб/чел.}$$

Расходы на освещение определяются по формуле:

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{поста}} \cdot Q_{\text{осв}} \cdot T_{\text{см}} \cdot D_{\text{р.г}} \cdot Ц \quad (3.4)$$

где $S_{\text{поста}}$ – площадь поста (28 м^2); $Q_{\text{осв}}$ – расход осветительной электроэнергии (норматив для производственных помещений в основное время – 13 Вт/м^2 и в межсменное время – 7 Вт/м^2); $T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч; $Ц$ – стоимость осветительной электроэнергии ($2,237 \text{ руб./кВт}\cdot\text{ч}$).

Тогда расходы на освещение в основное время составят:

$$P_{\text{осн.осн}} = 28 \cdot 0,013 \cdot 12 \cdot 365 \cdot 2,237 = 3566,49 \text{ руб.}$$

Расходы на освещение в межсменное время:

$$P_{\text{осн.межсмен}} = 28 \cdot 0,007 \cdot 12 \cdot 365 \cdot 2,237 = 1920,42 \text{ руб.}$$

Общие расходы на освещение в год составят

$$P_3 = 3566,49 + 1920,42 = 5486,91 \text{ руб/год.}$$

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

$$P_{\text{в.п}} = Q_{\text{вод}} \cdot N_p \cdot D_{\text{р.г}} \cdot Ц_{\text{в.п}}, \quad (3.5)$$

где $C_{В.П} = 8,288$ руб./м³ – цена воды питьевой без НДС.

$$P_{В.П} = 0,015 \cdot 0,58537 \cdot 365 \cdot 8,288 = 26,57 \text{ руб.}$$

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

$$P_{В.С} = 0,015 \cdot 0,58537 \cdot 365 \cdot 5,627 = 18,03 \text{ руб.}$$

Общие расходы на воду в год составят:

$$P_4 = 26,57 + 18,03 = 44,60 \text{ руб/год.}$$

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

$$P_5 = 200N_p = 200 \cdot 0,58537 = 117,07 \text{ руб/чел.}$$

Расходы на подготовку и повышение квалификации исчисляются по формуле:

$$P_6 = \text{ФОТ} \cdot 0,025\%, (3.6)$$

$$P_6 = 230226 \cdot 0,025 = 5755,64 \text{ руб.}$$

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

$$P_7 = 37188 \cdot 0,04 = 1487,52 \text{ руб.}$$

Отчисления на амортизацию оборудования составляют 15% от стоимости оборудования:

$$A_{ОБ} = 37188 \cdot 0,15 = 5578,2 \text{ руб.}$$

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

$$A_{зд} = 37188 \cdot 0,028 = 1041,26 \text{ руб.}$$

Итого общехозяйственные расходы составляют:

$$P_{\text{Общ}} = P_1 + P_2 + P_4 + P_5 + P_6, (3.7)$$

$$P_{\text{Общ}} = 117,07 + 117,07 + 44,60 + 117,07 + 5755,64 \text{ руб.}$$

Калькуляция себестоимости поста замены охлаждающей жидкости для каждой установки при неполной загрузке представлена в таблице 3.8.

Калькуляция себестоимости поста замены охлаждающей жидкости для каждой установки при полной загрузке представлена в таблице 3.9.

Таблица 3.8 – Калькуляция себестоимости поста замены охлаждающей жидкости при неполной загрузке

Модель установки	ФОТ, руб	Н _{ФОТ} , руб	P ₇ , руб	A _{Об} , руб	A _{зд} , руб	P _з , руб	P _{Общ} , руб	Итого, руб
Nordberg CMT52A	230225,6	62391,13	1487,52	5578,2	1041,264	5486,914	6151,457	312362
KraftWell KRW1800	230225,6	62391,13	1481,56	5555,85	1037,092	5486,914	6151,457	312330
Sivik KC-121M	34541,06	9360,627	2584	9690	1808,8	5486,914	922,9115	64394
Сорокин 11.71	230225,6	62391,13	1399,96	5249,85	979,972	5486,914	6151,457	311885
ODA 4010	230225,6	62391,13	1352	5070	946,4	5486,914	6151,457	311623
Atis GD-522A	230225,6	62391,13	1801,92	6757,2	1261,344	5486,914	6151,457	314076
Atis GB-522A	207374,4	56198,46	1453,2	5449,5	1017,24	5486,914	5540,89	282521
Spin WS 3000	230225,6	62391,13	3196,8	11988	2237,76	5486,914	6151,457	321678
Impact-450	107562,5	29149,43	3640	13650	2548	5486,914	2873,989	164911
Автоальянс, SL 033M	107562,5	29149,43	1860	6975	1302	5486,914	2873,989	155210
Автоальянс, SL 037M	107562,5	29149,43	2020	7575	1414	5486,914	2873,989	156082
Impact-460	185508	50272,67	3900	14625	2730	5486,914	4956,636	267479
SPIN WS 3500	230225,6	62391,13	4507,2	16902	3155,04	5486,914	6151,457	328819
SPIN WS 4000	230225,6	62391,13	5904	22140	4132,8	5486,914	6151,457	336432
Spin WS 3000Plus	230225,6	62391,13	3686,4	13824	2580,48	5486,914	6151,457	324346
Wynn's Colling Serve W68401	34541,06	9360,627	4513,84	16926,9	3159,688	5486,914	922,9115	74912
TopAuto WS 1800	230225,6	62391,13	2948,4	11056,5	2063,88	5486,914	6151,457	320324

Таблица 3.9 – Калькуляция себестоимости поста замены охлаждающей жидкости при полной загрузке

Модель установки	ФОТ, руб	Н _{Фог} , руб	Р ₇ , руб	А _{Об} , руб	А _{зд} , руб	Р _з , руб	Р _{Общ} , руб	Итого, руб
Nordberg CMT52A	230225,6	62391,13	1487,52	5578,2	1041,264	5486,914	6151,457	312362
KraftWell KRW1800	230225,6	62391,13	1481,56	5555,85	1037,092	5486,914	6151,457	312330
Sivik KC-121M	230225,6	62391,13	2584	9690	1808,8	5486,914	6151,457	318338
Сорокин 11.71	230225,6	62391,13	1399,96	5249,85	979,972	5486,914	6151,457	311885
ODA 4010	230225,6	62391,13	1352	5070	946,4	5486,914	6151,457	311623
Atis GD-522A	230225,6	62391,13	1801,92	6757,2	1261,344	5486,914	6151,457	314076
Atis GB-522A	230225,6	62391,13	1453,2	5449,5	1017,24	5486,914	6151,457	312175
Spin WS 3000	230225,6	62391,13	3196,8	11988	2237,76	5486,914	6151,457	321678
Impact-450	230225,6	62391,13	3640	13650	2548	5486,914	6151,457	324093
Автоальянс, SL 033М	230225,6	62391,13	1860	6975	1302	5486,914	6151,457	314392
Автоальянс, SL 037М	230225,6	62391,13	2020	7575	1414	5486,914	6151,457	315264
Impact-460	230225,6	62391,13	3900	14625	2730	5486,914	6151,457	325510
SPIN WS 3500	230225,6	62391,13	4507,2	16902	3155,04	5486,914	6151,457	328819
SPIN WS 4000	230225,6	62391,13	5904	22140	4132,8	5486,914	6151,457	336432
Spin WS 3000Plus	230225,6	62391,13	3686,4	13824	2580,48	5486,914	6151,457	324346
Wynn's Colling Serve W68401	230225,6	62391,13	4513,84	16926,9	3159,688	5486,914	6151,457	328856
TopAuto WS 1800	230225,6	62391,13	2948,4	11056,5	2063,88	5486,914	6151,457	320324

3.2.2.7 Расчет чистой прибыли

Приведенные затраты поста определяем по известной формуле:

$$Z_{\text{ПР}} = Z + E_{\text{Н}} \cdot \text{КВ}, \quad (3.8)$$

где Z – годовые эксплуатационные затраты, руб.; $E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности (с учетом ставки рефинансирования, установленной Центробанком РФ, коэффициента инфляции по годам и показателя степени риска принимаем $E_{\text{Н}} = 0,33$); КВ – капитальные вложения, руб.

$$Z_{\text{ПР}} = 312362 + 0,33 \cdot 37188 = 324634 \text{ руб/год.}$$

Годовой доход от использования установки:

$$D(j) = T(j)_{\text{год}} C_{\text{чел.ч}}, \quad (3.9)$$

где $T(j)_{\text{ГОД}}$ – годовая трудоемкость поста замены охлаждающей жидкости, чел·ч;

$C_{\text{ЧЕЛ·Ч}}$ – стоимость одного чел·ч, $C_{\text{ЧЕЛ·Ч}} = 3300$ руб./чел·ч;

$$D(j) = 2559,818 \cdot 3300 = 8447399 \text{ руб.}$$

Общая прибыль поста:

$$P_{\text{ОБЩ}} = D(j) - Z_{\text{ПР}}, (3.10)$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = 8447399 - 324634 = 8122765 \text{ руб.}$$

Чистая прибыль поста определяется уменьшением общей прибыли на 20 %:

$$P_{\text{Ч.ГОД}} = P_{\text{ОБЩ}} - 0,2P_{\text{ОБЩ}}, (3.11)$$

$$P_{\text{Ч.ГОД}} = 8122765 - 0,2 \cdot 8122765 = 6498212 \text{ руб.}$$

За нормативный срок эксплуатации установки (7 лет) мы получим прибыль 45487484 рублей. Расчет чистой прибыли для каждой установки приведен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Расчет чистой прибыли для каждой установки

Модель установки	$D(j)$, руб (неполная загрузка)	$P_{\text{Ч.ГОД}}$, руб (неполная загрузка)	Прибыль за 7 лет, руб (неполная загрузка)	$D(j)$, руб (полная загрузка)	$P_{\text{Ч.ГОД}}$, руб (полная загрузка)	Прибыль за 7 лет, руб (полная загрузка)
Nordberg CMT52A	8447399	6498212	45487485,71	8447399	6498212	45487485,71
KraftWell KRW1800	8447399	6498278	45487942,96	8447399	6498278	45487942,96
Sivik KC-121M	1267375	945330,1	6617310,508	8447399	6486195	45403363,77
Сорокин 11.71	8447399	6499172	45494203,32	8447399	6499172	45494203,32
ODA 4010	8447399	6499698	45497882,81	8447399	6499698	45497882,81
Atis GD-522A	8447399	6494766	45463364,94	8447399	6494766	45463364,94
Atis GB-522A	7608947	5851550	40960849,88	8447399	6498588	45490118,74
Spin WS 3000	8447399	6479479	45356349,75	8447399	6479479	45356349,75
Impact-450	3946665	3001379	21009653,84	8447399	6474621	45322347,45
Автоальянс, SL 033М	3946665	3020888	21146215,44	8447399	6494130	45458909,05
Автоальянс, SL 037М	3946665	3019134	21133940,24	8447399	6492376	45446633,85

Окончание таблицы 3.10

Модель установки	Д(j), руб (неполная загрузка)	П _{ч.год} , руб (неполная загрузка)	Прибыль за 7 лет, руб (неполная загрузка)	Д(j), руб (полная загрузка)	П _{ч.год} , руб (полная загрузка)	Прибыль за 7 лет, руб (полная загрузка)
Impact-460	6806630	5205580	36439061,59	8447399	6471771	45302400,25
SPIN WS 3500	8447399	6465117	45255815,86	8447399	6465117	45255815,86
SPIN WS 4000	8447399	6449808	45148653,37	8447399	6449808	45148653,37
Spin WS 3000Plus	8447399	6474113	45318787,64	8447399	6474113	45318787,64
Wynn's Colling Serve W68401	1267375	924179	6469253,183	8447399	6465044	45255306,44
TopAuto WS 1800	8447399	6482201	45375407	8447399	6482201	45375407

3.2.3 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества установок при неполной загрузке поста

Для расчета весовых коэффициентов и комплексного показателя качества проводим подготовительные операции. Производим нормирование оценок показателей свойств каждой установки (по исходным данным таблицы 3.2). Предварительно, исходя из диапазонов изменения параметров, назначаем значения $q_i^{бр}$ и $q_i^{эт}$ (браковочное и эталонное значения показателей i-х свойств установок) и сводим их в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Браковочные и эталонные значения показателей свойств установок

Показатель	Габариты, м ²	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг
$q_i^{бр}$	0,412	17	0,85	69
$q_i^{эт}$	0,145	69	9,55	24

Найденную прибыль для каждой установки, полученную в подпункте 3.2.2.7 вносим построчно в столбец 6 таблицы 3.12. Нормированные значения

показателей свойств установок заносим в столбцы 2 – 5 таблицы 3.12. Получаем массив исходных данных.

Таблица 3.12 – Нормированные значения показателей свойств установок для замены охлаждающей жидкости и прибыль от их использования за 7 лет в случае неполной загрузки поста

Модель установки	Габариты, м ²	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг	Прибыль, млнруб
Nordberg CMT52A	0,73783	0,82692	0,70690	0,77778	45,48749
KraftWell KRW1800	0,59925	0,82692	0,85632	0,82222	45,48794
Sivik KC-121M	0,53184	0,44231	0,07471	0,73333	6,61731
Сорокин 11.71	0,59925	0,82692	0,70690	0,86667	45,49420
ODA 4010	0,59925	0,82692	0,70690	0,82222	45,49788
Atis GD-522A	0,64419	0,82692	0,85632	0,20000	45,46336
Atis GB-522A	0,64419	0,82692	0,69540	0,82222	40,96085
Spin WS 3000	0,59925	0,82692	0,70690	0,73333	45,35635
Impact-450	0,20225	0,82692	0,18966	0,46667	21,00965
Автоальянс, SL 033M	0,85019	0,07692	0,18966	0,64444	21,14622
Автоальянс, SL 037M	0,85019	0,05769	0,18966	0,64444	21,13394
Impact-460	0,78277	0,51923	0,36207	0,64444	36,43906
SPIN WS 3500	0,49813	0,44231	0,70690	0,42222	45,25582
SPIN WS 4000	0,47940	0,44231	0,70690	0,40000	45,14865
Spin WS 3000Plus	0,59925	0,82692	0,70690	0,73333	45,31879
Wynn's Colling Serve W68401	0,90637	0,51923	0,01724	0,91111	6,46925
TopAuto WS 1800	0,52060	0,25000	0,70690	0,86667	45,37541

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН». Результат решения системы уравнений по данным таблицы 3.12 представлены в таблице 3.13.

Таким образом, нами получено уравнение, связывающее свойства оборудования (X1, X2, X3, X4) с прибылью (Y) от его использования при выполнении технологического процесса замены охлаждающей жидкости при неполной загрузке поста:

$$-0,55810X1 - 3,75125X2 + 49,70310X3 + 0,33115X4 + 11,55365 = Y(i)$$

Таблица 3.13 – Результат решения системы уравнений при неполной загрузке

Статистики	Масса, кг	Максимальное рабочее давление, бар	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Габариты, м ²	Свободный член
Обозначение свойств	X4	X3	X2	X1	A0
Корни уравнений G_i	0,33115	49,70310	-3,75125	-0,55810	11,55365
Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	6,11101	4,57853	5,03258	7,56741	6,40485
Коэффициент детерминированности R^2	0,92880	4,42955 – стандартная ошибка функции Y			
F-статистика	39,13666	12,00000 – число степеней свободы			
Регрессионная сумма квадратов	3071,58364	235,45060 – 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

$$G_i = G_i / \sum_{i=1}^n |G_i|. \quad (3.12)$$

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

Таблица 3.14 – Коэффициенты весомости свойств установки для замены охлаждающей жидкости при неполной загрузке поста

Свойство подъемника	Коэффициенты весомости нормированные
Габариты, м ²	0,010
Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	0,069
Максимальное рабочее давление, бар	0,915
Масса, кг	0,006
Итого	1,000

Получив весомые коэффициенты свойств установки, определим комплексный показатель качества K_k для каждой установки с учетом нормированных весовых коэффициентов по формуле:

$$-0,010 \cdot X1(i) - 0,069 \cdot X2(i) + 0,915 \cdot X3(i) + 0,006 \cdot X4(i) = K_k(i) \quad (3.13)$$

Подставляя в расчетную формулу (3.13) нормированные значения показателей свойств установок, получим значение комплексного коэффициента качества для каждой модели установки при неполной загрузке поста. Далее строим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества при неполной загрузке поста.

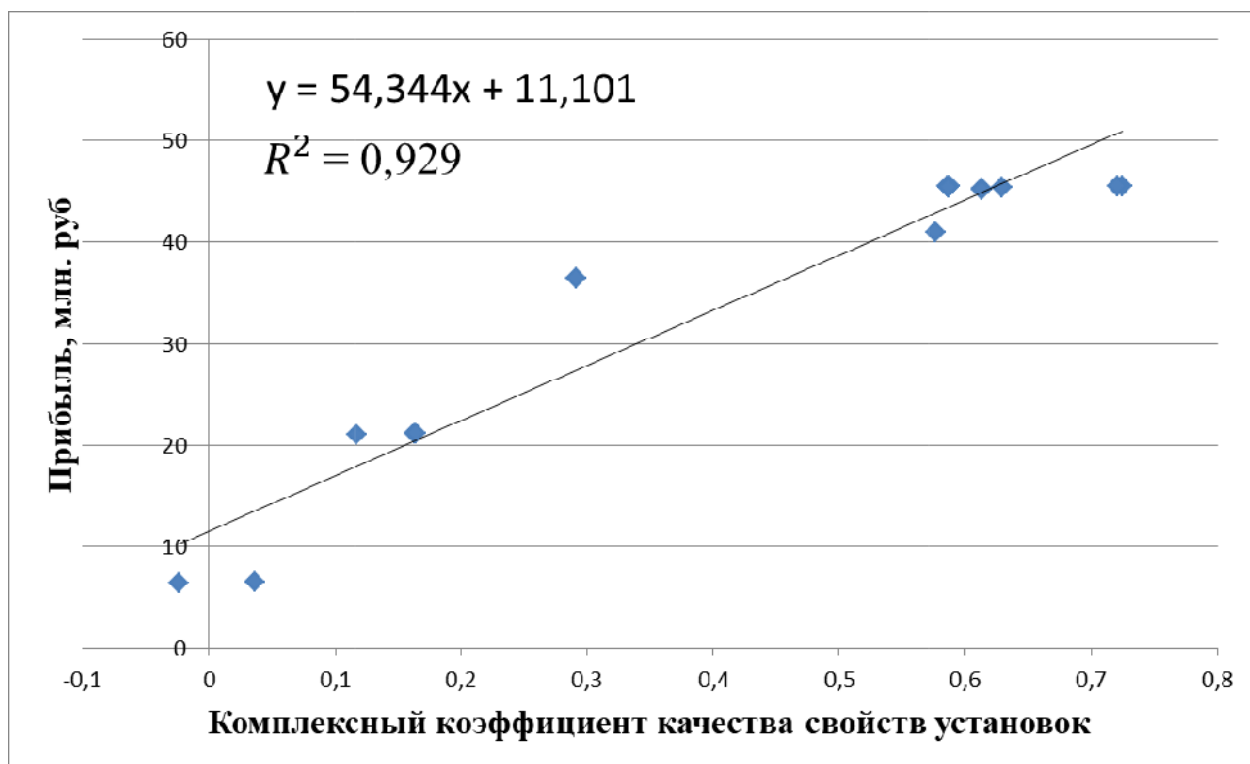


Рисунок 3.1 – Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества установок при неполной загрузке поста

Поскольку зависимость линейная, установки удобно ранжировать по данному показателю. Ранжированный по комплексному коэффициенту качества массив установок приведен в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Ранжированный по комплексному коэффициенту качества массив установок при неполной загрузке поста

Модель установки	Габариты, м ²	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг	Прибыль, млнруб	Коэффиц. качества
KraftWell KRW1800	0,59925	0,82692	0,85632	0,82222	45,48794	0,724974
Atis GD-522A	0,64419	0,82692	0,85632	0,2	45,46336	0,720721
TopAuto WS 1800	0,5206	0,25	0,7069	0,86667	45,37541	0,629211
SPIN WS 4000	0,4794	0,44231	0,7069	0,4	45,14865	0,613516
SPIN WS 3500	0,49813	0,44231	0,7069	0,42222	45,25582	0,613459
Сорокин 11.71	0,59925	0,82692	0,7069	0,86667	45,4942	0,588579
ODA 4010	0,59925	0,82692	0,7069	0,82222	45,49788	0,588308
Spin WS 3000	0,59925	0,82692	0,7069	0,73333	45,35635	0,587767
Spin WS 3000 Plus	0,59925	0,82692	0,7069	0,73333	45,31879	0,587767

Окончание таблицы 3.15

Модель установки	Габариты, м ²	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг	Прибыль, млнруб	Коэффиц. качества
Nordberg CMT52A	0,73783	0,82692	0,7069	0,77778	45,48749	0,586614
Atis GB-522A	0,64419	0,82692	0,6954	0,82222	40,96085	0,577334
Impact-460	0,78277	0,51923	0,36207	0,64444	36,43906	0,291198
Автоальянс, SL 037M	0,85019	0,05769	0,18966	0,64444	21,13394	0,164673
Автоальянс, SL 033M	0,85019	0,07692	0,18966	0,64444	21,14622	0,163346
Impact-450	0,20225	0,82692	0,18966	0,46667	21,00965	0,117146
Sivik KC-121M	0,53184	0,44231	0,07471	0,73333	6,61731	0,036808
Wynn'sCollingSerie W68401	0,90637	0,51923	0,01724	0,91111	6,46925	-0,02383

3.2.4 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества установок при полной загрузке поста

При нахождении прибыли и комплексного показателя методика расчета такая же, как и в случае неполной загрузки поста. Расчеты для случая с полной загрузкой представлены в таблице 3.16. В ней нормированные значения показателей остались без изменений (массив установок не изменился), а прибыль рассчитана для случая полной загрузки поста.

Таблица 3.16 – Нормированные значения показателей свойств установок для замены охлаждающей жидкости и прибыль от их использования за 7 лет в случае полной загрузки поста

Модель установки	Габариты, м ² .	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л.	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг.	Прибыль, млн. руб.
1	2	3	4	5	6
Nordberg CMT52A	0,73783	0,82692	0,70690	0,77778	45,48749
KraftWell KRW1800	0,59925	0,82692	0,85632	0,82222	45,48794
Sivik KC-121M	0,53184	0,44231	0,07471	0,73333	45,40336
Сорокин 11.71	0,59925	0,82692	0,70690	0,86667	45,49420
ODA 4010	0,59925	0,82692	0,70690	0,82222	45,49788
Atis GD-522A	0,64419	0,82692	0,85632	0,20000	45,46336
Atis GB-522A	0,64419	0,82692	0,69540	0,82222	45,49012
Spin WS 3000	0,59925	0,82692	0,70690	0,73333	45,35635
Impact-450	0,20225	0,82692	0,18966	0,46667	45,32235

Окончание таблицы 3.16

1	2	3	4	5	6
Автоальянс, SL 033M	0,85019	0,07692	0,18966	0,64444	45,45891
Автоальянс, SL 037M	0,85019	0,05769	0,18966	0,64444	45,44663
Impact-460	0,78277	0,51923	0,36207	0,64444	45,30240
SPIN WS 3500	0,49813	0,44231	0,70690	0,42222	45,25582
SPIN WS 4000	0,47940	0,44231	0,70690	0,40000	45,14865
Spin WS 3000Plus	0,59925	0,82692	0,70690	0,73333	45,31879
Wynn's Colling Serve W68401	0,90637	0,51923	0,01724	0,91111	45,25531
TopAuto WS 1800	0,52060	0,25000	0,70690	0,86667	45,37541

Уравнение, связывающее свойства оборудования (X1, X2, X3, X4) с прибылью (Y) от его использования при выполнении технологического процесса на посту замены охлаждающей жидкости, в случае полной загрузки поста будет иметь вид:

$$36,04137X_1 + 13,11470X_2 + 8,41842X_3 + 13,56954X_4 = Y(i)$$

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН». Результат решения системы уравнений по данным таблицы 3.16 представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 – Результат решения системы уравнений при полной загрузке поста

Статистики	Масса, кг.	Максимальное рабочее давление, бар	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л.	Габариты, м ²	Свободный член
Обозначение свойств	X4	X3	X2	X1	A0
Корни уравнений G_i	13,56954	8,41842	13,11470	36,04137	0,00000
Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	11,33974	8,63778	9,14050	10,93078	-
Коэффициент детерминированности R^2	0,97221	8,65186 – стандартная ошибка функции Y			
F-статистика	113,70523	13,00000 – число степеней свободы			
Регрессионная сумма квадратов	34045,45061	973,11013 – остаточная сумма квадратов			

Коэффициенты весомости свойств установки для замены охлаждающей жидкости при полной загрузке поста представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18 – Коэффициенты весомости свойств установки для замены охлаждающей жидкости при полной загрузке поста

Свойство подъемника	Коэффициенты весомости нормированные
Габариты, м ² .	0,507
Объем внутренних резервуаров (суммарно), л.	0,184
Максимальное рабочее давление, бар	0,118
Масса, кг.	0,191
Итого	1,000

Уравнение для расчета комплексного коэффициента качества подъемников будет иметь следующий вид:

$$0,507 \cdot X1(i) + 0,184 \cdot X2(i) + 0,118 \cdot X3(i) + 0,191 \cdot X4(i) = K_K(i) \quad (3.14)$$

Подставляя в расчетную формулу (3.14) нормированные значения показателей свойств установок, получим значение комплексного коэффициента качества для каждой модели установки при полной загрузке поста. Далее строим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества при полной загрузке поста.

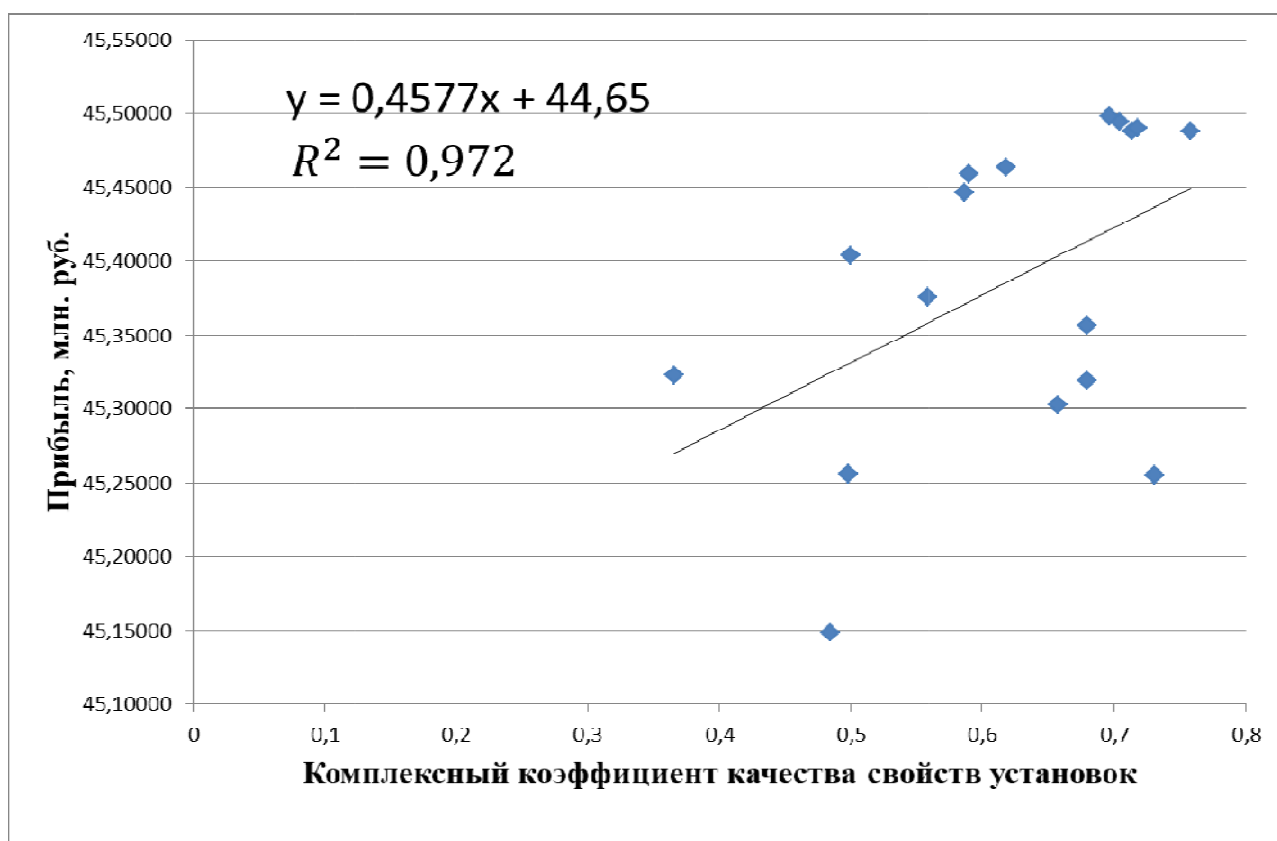


Рисунок 3.2 – Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества установок при полной загрузке поста

Рассчитываем значения комплексного коэффициента качества каждой установки для случая полной загрузки поста, ранжируем образцы и сводим их в таблицу 3.19.

Таблица 3.19 – Ранжированный по комплексному коэффициенту качества массив установок при полной загрузке поста

Модель установки	Габариты, м ² .	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л.	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг.	Прибыль, млн. руб.	Коэффициент качества
Nordberg CMT 52 A	0,737828	0,826923	0,706897	0,777778	45,48749	0,758211
Wynn'sCollingServe W68401	0,906367	0,519231	0,017241	0,911111	45,25531	0,730698
Atis GB-522A	0,644195	0,826923	0,695402	0,822222	45,49012	0,717894
KraftWell KRW 1800	0,599251	0,826923	0,856322	0,822222	45,48794	0,714167
Сорокин 11.71	0,599251	0,826923	0,706897	0,866667	45,4942	0,704963
ODA 4010	0,599251	0,826923	0,706897	0,822222	45,49788	0,696486
Spin WS 3000	0,599251	0,826923	0,706897	0,733333	45,35635	0,679532

Окончание таблицы 3.19

Модель установки	Габариты, м ²	Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	Максимальное рабочее давление, бар	Масса, кг	Прибыль, млнруб	Коэффициент качества
SPIN WS 3000 Plus	0,599251	0,826923	0,706897	0,733333	45,31879	0,679532
Impact-460	0,782772	0,519231	0,362069	0,644444	45,3024	0,658025
Atis GD-522A	0,644195	0,826923	0,856322	0,2	45,46336	0,618257
Автоальянс SL 033М	0,850187	0,076923	0,189655	0,644444	45,45891	0,590241
Автоальянс SL 037М	0,850187	0,057692	0,189655	0,644444	45,44663	0,586696
TopAuto WS 1800	0,520599	0,25	0,706897	0,866667	45,37541	0,558768
Sivik KC-121M	0,531835	0,442308	0,074713	0,733333	45,40336	0,499673
SPIN WS 3500	0,498127	0,442308	0,706897	0,422222	45,25582	0,498063
SPIN WS 4000	0,479401	0,442308	0,706897	0,4	45,14865	0,484338
Impact-450	0,202247	0,826923	0,189655	0,466667	45,32235	0,366344

Проанализировав ранжированный ряд установок при неполной загрузке (таблица 3.15) и полной загрузке (таблица 3.19) что для разных условий загрузки поста эффективны разные модели установок. В случае неполной загрузки поста лучшей установкой можно назвать KraftWell KRW1800, а в случае полной загрузки поста лучшей оказалась установка Nordberg CMT 52 A.

4 Проектирование СТОА

4.1 Технологический расчет предприятия

4.1.1 Исходные данные

Исходные данные для проектирования представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные для проектирования

Перечень данных	Значение
Тип СТОА	Дилерский центр
Модель (марка) автомобиля	БМВ
Количество заездов в год, ед.	8709
Размер СТОА, раб.постов	Определить расчетом
Виды выполняемых работ (услуг)	Продажа а/м, з/ч
Годовой объем работ ТО и ТР, чел·ч	15768
Годовой объем предпродажной подготовки, чел·ч	887
Годовой объем гарантийных работ, чел·ч	3261
Годовой объем кузовных работ, чел·ч	1549
Методика расчета	Технологический расчет
Участок для детальной разработки	Участок ТО и ТР
Место строительства (расчетная температура зимнего периода)	г. Красноярск (-40 °С)

4.1.2 Расчет годового объема работ

Годовой объем уборочно-моечных работ (УМР) определяется из числа заездов на УМР за 1 год и средней трудоемкости работ, чел·ч:

$$T_{УМР} = (N_{3УМР}^{ТО,ТР} + N_{3УМР}^{КОМ}) \cdot t_{УМР}, \quad (4.1)$$

где $N_{3УМР}^{ТО,ТР}$ – число заездов на УМР на СТОА за 1 год связанные с выполнением ТО и ТР;

$N_{3УМР}^{КОМ}$ – число заездов на коммерческую мойку, как на отдельную самостоятельную услугу за год;

$t_{УМР}$ – средняя трудоемкость УМР (принимается по данным предприятия),

$$t_{УМР} = 1,1.$$

$$T_{УМР} = 8709 \cdot 1,1 = 9579,9 \text{ чел·ч.}$$

Число заездов на УМР в час определяется по формуле:

$$N_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{зУМР}}}{D_{\text{раб.год}} \cdot T_{\text{общУМР}}}, \quad (4.2)$$

где $N_{\text{зУМР}}$ – число заездов автомобилей на УМР в год, заездов;

$D_{\text{раб.год}}$ – число рабочих дней в году участка уборочно-моечных работ, дней (принимается по данным предприятия), $D_{\text{раб.год}} = 365$;

$T_{\text{общУМР}}$ – время работы уборочно-моечного участка в день, час, $T_{\text{общУМР}} = 12$;

$$N_{\text{ч}} = \frac{8709}{365 \cdot 12} = 1,99.$$

Число заездов на УМР в час является критерием для выбора способа мойки (ручная, механизированная) и соответственно оборудования для выполнения работ. При числе заездов не более 4-х в час рекомендуется ручной способ мойки. Выбираем ручную мойку.

Годовой объем работ по приемке и выдаче автомобилей, чел·ч.

$$T_{\text{ПВ}} = N_{\text{с}} \cdot t_{\text{ПВ}}, \quad (4.3)$$

где $N_{\text{с}}$ – число заездов автомобилей на СТОА в год, шт.;

$t_{\text{ПВ}}$ – средняя трудоемкость работ по приемке и выдаче автомобилей, чел·ч. (по данным предприятия), $t_{\text{ПВ}} = 0,5$ чел·ч.

$$T_{\text{ПВ}} = 8709 \cdot 0,5 = 4354,5.$$

Рассчитанные значения сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчетов годового объема работ

Обозначение	Перечень данных	Значение
$T_{ТО-ТР}$	Годовой объем работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту, чел. ч.	15768
$T_{УМР}$	Годовой объем уборочно-моечных работ (УМР), чел.ч	9579,9
$N_{ТО,ТР}^{ТО,ТР}$	Число заездов на УМР на СТОА за 1 год связанные с выполнением ТО и ТР, заездов	8709
$N_{УМР}^{КОМ}$	Число заездов на коммерческую мойку, как на отдельную самостоятельную услугу за год, заездов	0
$N_{ч}$	Число заездов на УМР в час, заездов	1,99
$T_{ПП}$	Годовой объем работ по предпродажной подготовке, чел.ч	887
$T_{ПВ}$	Годовой объем работ по приемке и выдаче автомобилей, чел.ч	1400
$T_{куз}$	Годовой объем кузовных работ, чел.ч	1549
$T_{гар}$	Годовой объем гарантийных работ, чел.ч	3261

4.1.3 Годовой объем вспомогательных работ

Кроме работ по ТО и ТР на станциях выполняются вспомогательные работы, объем которых на СТОА составляет 20-30% общего годового объема работ по ТО и ТР. В состав вспомогательных работ входят, работы по ремонту и обслуживанию технологического оборудования, оснастки и инструмента, инженерного оборудования, сетей и коммуникаций, обслуживание компрессорного оборудования.

$$T_{ВСП} = (0,2 \div 0,3) \cdot \sum T_{ТО-ТР}, \quad (4.4)$$

где $\sum T_{ТО-ТР}$ – суммарный годовой объем работ по ТО и ТР, УМР, предпродажной подготовке чел. ч и другим видам работ, выполняемые на СТОА.

$$T_{ВСП} = 0,25 \cdot (15768 + 9579,9 + 4354,5 + 887) = 7647,35 \text{ чел.ч}$$

Некоторые виды вспомогательных работ можно выполнять при помощи специализированных фирм, тогда доля этих работ в годовой объем вспомогательных работ не включается.

Полученную трудоемкость распределяем по видам работ и представляем в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Распределение трудоемкости вспомогательных работ

Виды вспомогательных работ	Доля работы и соотношение численности вспомогательных рабочих по видам, %	$T_{всп}$, чел·ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	25	1911,83
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	1529,47
Прием, хранение и выдача материальных ценностей	20	1529,47
Перегон подвижного состава	10	764,74
Обслуживание компрессорного оборудования	10	764,74
Уборка производственных помещений	7	535,31
Уборка территории	8	611,79
Итого	100	7647,35

4.1.4 Расчет числа производственных рабочих

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

Технологически необходимое число рабочих определяется по формуле:

$$P_T = \frac{T_{ТО-ТР}}{\Phi_T}, \quad (4.5)$$

где $T_{ТО-ТР}$ – годовой объем работ ТО и ТР по отдельному участку чел·ч;

Φ_T – годовой (номинальный) фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе, ч.

Для профессий с нормальными условиями труда установлена 40-часовая рабочая неделя, а для вредных условий – 32-часовая. Продолжительность рабочей смены $T_{см}$ для производства с нормальными условиями труда при 5-дневной рабочей недели составляет 8 часов, а при 6-дневной – 6,7 ч. Допускается увеличение рабочей смены при общей продолжительностью работы не более 40 часов в неделю. Для вредных условий труда при 5-дневной рабочей недели $T_{см}$ равно 7 часов, а при 6-дневной – 5,7 ч.

Общее число рабочих часов в год как при 5-дневной, так и 6-дневной рабочей недели одинаково. Поэтому годовой фонд времени Φ_T , рассчитанный для 5-дневной рабочей недели, будет равен фонду для 6-дневной недели.

Для целей проектирования при расчете технологически необходимого числа рабочих принимают годовой фонд времени Φ_T , равным 2070 ч. для производства с нормальными условиями труда и 1830 ч. для производства с вредными условиями.

Штатное число рабочих определяется по формуле:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{ГО-ТР}}}{\Phi_{\text{ш}}}, \quad (4.6)$$

где $\Phi_{\text{ш}}$ – годовой (эффективный) фонд времени "штатного" рабочего, ч.

Годовой фонд времени "штатного" рабочего определяет фактическое время, отработанное исполнителями непосредственно на рабочем месте. Фонд времени "штатного" рабочего $\Phi_{\text{ш}}$ меньше фонда "технологического" рабочего Φ_T за счет предоставления рабочим отпусков и невыходов рабочих.

Годовой (эффективный) фонд времени "штатного" рабочего для производства с вредными условиями составляет 1610 ч, а для всех других профессий – 1820 ч.

Определение численности производственных рабочих по профессиям следует производить в соответствии с распределением трудоемкости ТО и ТР автомобилей по видам работ и месту их выполнения.

Результаты расчета численности производственных рабочих приводятся по форме табл. 4.4.

Расчет числа вспомогательных рабочих определяется по формуле

$$P_T^{\text{всп}} = \frac{T_{\text{всп}}}{\Phi_T}, \quad (4.7)$$

где $T_{\text{всп}}$ – годовой объем вспомогательных работ, чел·ч;

Φ_T – годовой фонд времени технологически необходимого вспомогательного рабочего, ч.

Численность инженерно-технических работников и служащих предприятия принимаются в соответствии с рекомендациями приведенными в ОНТП 01-91.

Так как на предприятии при приеме автомобиля в сервис перегонном подвижного состава занимается мастер-приемщик, то при расчете числа рабочих к годовому объему работ по приемке и выдаче автомобилей прибавим 10% от годового объема вспомогательных работ.

Таблица 1.4 – Численность производственных рабочих

Виды выполняемых работ	Годовой объем работ, чел·ч	P_T , чел.				P_{III} , чел.	
		Расчетное	Принятое	В т.ч. по сменам		Расчетное	Принятое
				1	2		
ТО-ТР	14219	6,87	7	4	3	7,81	8
Кузовные	1549	0,75	1	1	0	0,85	1
Уборочно-моечные	9579,9	4,63	5	3	2	5,26	5
Гарантийные	3261	1,58	2	1	1	1,79	2
Предпродажная подготовка	887	0,43	1	1	0	0,49	1
Приемка-выдача	4354,5	2,5	3	2	1	2,81	3

4.1.5 Расчет числа постов и автомобиле-мест

Посты и автомобиле-места по своему технологическому назначению подразделяются на рабочие посты, вспомогательные и автомобиле-места ожидания и хранения.

Рабочие посты – это автомобиле-места, оснащенные соответствующим технологическим оборудованием и предназначенные для технического воздействия на автомобиль для поддержания и восстановления его технического исправного состояния и внешнего вида (посты мойки, диагностирование, ТО, ТР и окрасочные).

Число постов рассчитывается отдельно по каждому виду работ.

Для каждого вида работ ТО и ТР (уборочно-моечных работ ТР, кузовных) число рабочих постов рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{T_{II} \cdot \varphi}{\Phi_{II} \cdot P_{CP}}, \quad (4.8)$$

где T_{II} – годовой объем постовых работ, чел·ч;

φ – коэффициент неравномерности загрузки постов, $\varphi = 1,1 \div 1,15$,
принимаем $\varphi = 1,15$;

P_{CP} – среднее число рабочих, одновременно работающих на посту, чел.:

- на посту ТО и ТР 1-2 человека;
- на постах кузовных и окрасочных 1,5 человек;
- для приемки и выдачи автомобилей 1 человек;
- на остальных 1 человек;

Φ_{II} – годовой фонд рабочего времени поста, ч.

$$\Phi_{II} = D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta, \quad (4.9)$$

где $D_{\text{РАБ.Г}}$ – число рабочих дней в году, дней, $D_{\text{раб.г}} = 365$;

$T_{\text{СМ}}$ – продолжительность смены, $T_{\text{СМ}} = 8$ ч;

C – число смен в день, $C = 1,5$;

η – коэффициент использования рабочего времени поста (он учитывает потери рабочего времени, связанные с уходом исполнителей с поста на другие участки, склады, вынужденные простои автомобилей в ожидании ремонтируемых на других участках деталей, узлов, агрегатов, а также отказов и технического обслуживания оборудования постов, $\eta = 0,90$).

При ручном способе выполнения уборочно-моечных работ число рабочих постов рассчитывается по формуле (4.8).

Полученные данные представляют в виде табл. 4.5.

Таблица 4.5 – Численность рабочих постов по видам выполняемых работ

Вид работ	T_{II} , чел·ч.	Φ_{II} , ч.	P_{CP} , чел.	$X_{\text{расчет}}$	$X_{\text{прин}}$
ТО-ТР + предпродажная подготовка + гарантийные работы	18367	3942	1	5,36	6
Кузовные	1549	1908	1,5	0,62	1
Уборочно-моечные	9579,9	3942	1	2,79	3
Итого рабочих постов					10

При небольших объемах работ расчетная численность рабочих постов по отдельным видам работ может быть меньше 1. В этих случаях целесообразно совмещение постов в соответствии с общностью технологического оборудования поста.

Вспомогательные посты – это автомобиле-места, оснащенные или неоснащенные оборудованием, на которых выполняются технологические вспомогательные операции (посты приемки и выдачи автомобилей, контроля после проведения ТО и ТР, сушки на участке уборочно-моечных работ, подготовки на окрасочном участке).

Общее число вспомогательных постов определяется по формуле:

$$X_{\text{общ.ВСП}} = (0,25 \div 0,5) \cdot X_{\text{РП}}. \quad (4.10)$$

$$X_{\text{общ.ВСП}} = 0,35 \cdot 10 = 3,5.$$

Принимаем $X_{\text{общ.ВСП}} = 4$.

Число постов на участке приемки автомобилей $X_{\text{ПР}}$:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{N_c \cdot \varphi}{D_{\text{раб.г}} \cdot T_{\text{ПР}} \cdot A_{\text{ПР}}}, \quad (4.11)$$

где N_c – число заездов автомобилей на СТОА в год, шт.;

$D_{\text{раб.г}}$ – число дней работы в году СТОА, дней, $D_{\text{раб.г}} = 365$;

φ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей, $\varphi = 1,1$;

$T_{\text{ПР}}$ – суточная продолжительность работы участка приемки автомобилей, ч, $T_{\text{ПР}} = 12$ ч.;

$A_{\text{ПР}}$ – пропускная способность поста приемки, $A_{\text{ПР}} = 3$ авто/ч.

$$X_{\text{ПР}} = \frac{8327 \cdot 1,1}{365 \cdot 12 \cdot 3} = 0,70.$$

Принимаем $X_{\text{ПР}} = 1$.

Для расчета числа постов выдачи автомобилей условно можно принять, что ежедневное число выдаваемых автомобилей равно числу заездов

автомобилей на станцию. Далее расчет аналогичен расчету числа постов приема автомобилей.

$$X_{\text{ВЫД}} = \frac{8327 \cdot 1,1}{365 \cdot 12 \cdot 3} = 0,70.$$

Принимаем $X_{\text{ВЫД}} = 1$.

Автомобиле-места ожидания – это места, занимаемые автомобилями, ожидающими постановки их на рабочие и вспомогательные посты или ожидающие ремонта снятых с автомобиля агрегатов, узлов и приборов.

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

Автомобиле-места хранения предусматриваются для готовых к выдаче автомобилей, принятых в ТО и ремонт. При наличии магазина необходимо иметь автомобиле-места для продажи автомобилей (в задании) и для хранения на открытой стоянке магазина.

Общее число автомобиле-мест:

$$X_{\text{ХРАН}} = (4 \div 5) \cdot X_{\text{РП}}. \quad (4.12)$$

$$X_{\text{ХРАН}} = 5 \cdot 10 = 50.$$

Число автомобиле-мест хранения готовых к выдаче автомобилей:

$$X_{\Gamma} = \frac{N_{\text{С}} \cdot T_{\text{ПР}}}{T_{\text{В}}}. \quad (4.13)$$

где $T_{\text{В}}$ – продолжительность работы участка выдачи автомобилей в сутки, ч;

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

$N_{\text{С}}$ – суточное число заездов автомобилей для выполнения ТО и ТР, заездов.

$$X_{\Gamma} = \frac{22,8 \cdot 4}{12} = 7,6.$$

Принимаем $X_{\Gamma} = 8$.

Общее число автомобиле-мест для хранения автомобилей, ожидающих обслуживания и готовых к выдаче, принимается из расчета 3 автомобиле-места на один рабочий пост.

$$X_{\text{ож. обл.}} = 3 \cdot 10 = 30.$$

Число автомобиле-мест хранения на открытой стоянке магазина:

$$X_0 = \frac{N_{\text{п}} \cdot D_3}{D_{\text{раб. г. маг}}}, \quad (4.14)$$

где $N_{\text{п}}$ – число продаваемых автомобилей в год;

D_3 – число дней запаса, $D_3 = 20$;

$D_{\text{раб. г. Маг}}$ – число рабочих дней магазина в год, дней, $D_{\text{раб. г. Маг}} = 365$ дней.

$$X_0 = \frac{278 \cdot 20}{365} = 15,23.$$

Принимаем $X_0 = 16$.

Число автомобиле-мест клиентуры и персонала:

$$X_{\text{КЛ ПЕР}} = 2 \cdot X_{\text{РП}}. \quad (4.15)$$

$$X_{\text{КЛ ПЕР}} = 2 \cdot 10 = 20.$$

4.1.6 Расчет площадей производственных помещений

Площади СТОА по своему функциональному назначению подразделяются на: производственно-складские, административно-бытовые, для хранения подвижного состава.

В состав производственно-складских помещений входят участки ТО и ТР с постами и автомобиле-местами ожидания, участки для ТО и ремонта агрегатов, узлов и приборов, снятых с автомобиля, склады, помещения для продажи автомобилей, а также технические помещения энергетических и

санитарно-технических служб и устройств (компрессорные, трансформаторные, вентиляционные, насосные и т.п.).

В состав площадей зон хранения входят площади открытых и закрытых стоянок с учетом рамп, проездов, дополнительных поэтажных проездов и т.п.

В состав площадей административно-бытовых помещений входят санитарно-бытовые помещения, пункты питания работников предприятия, помещения для работы аппарата управления, комнаты для занятий, самообразования и т.д. В составе административных помещений следует предусматривать помещение заказчиков, включающую зону для размещения сотрудников, оформляющих денежные операции, зону продажи запасных частей, автопринадлежностей, инструмента и автокосметики.

4.1.6.1 Расчет площадей зон ТО и ТР

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

$$F_{\text{ТО-ТР}} = f_a \cdot X \cdot K_{\text{п}}, \quad (4.16)$$

где f_a – площадь занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам), $f_a = 9,22 \text{ м}^2$;

X – общее число постов (рабочие и вспомогательные);

$K_{\text{п}}$ – коэффициент плотности расстановки постов.

Коэффициент $K_{\text{п}}$ представляет собой отношение суммарной площади, занимаемой автомобилем, проездами, проходами, рабочими местами, к площади проекции автомобиля в плане. Значения $K_{\text{п}}$ зависят от габаритов автомобиля и расположения постов. При одностороннем расположении постов $K_{\text{п}} = 6 - 7$. При двухсторонней расстановке постов и поточном методе обслуживания $K_{\text{п}}$ может быть принят равным 4 – 5. Меньшие значения $K_{\text{п}}$ принимаются при числе постов не более 10.

Площадь производственных помещений постовых участков ТО и ремонта следует рассчитывать по помещениям, т.е. с учетом расположения в одном

помещении исходя из общих санитарных и противопожарных требований, а также общности технологических процессов.

Вся полученная информация сведена в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет площадей зон ТО и ТР

Наименование	Площадь, м ²
ТО и ТР (1 этаж)	184,4
ТО и ТР (цокольный этаж)	138,3
Уборочно-моечные	165,968
Кузовные	138,3
Приемка автомобилей	46,1
Выдача готовых автомобилей	46,1
Всего	719,168

4.1.6.2 Расчет площадей производственных участков

Для приближенных расчетов площади участков могут быть определены по числу работающих на участке в наиболее загруженную смену:

$$F_y = f_1 + f_2 \cdot (P_T^{yч} - 1), \quad (4.17)$$

где f_1 – площадь на первого работающего, м²;

f_2 – площадь на каждого последующего работающего, м²;

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

Результаты расчета представляются в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Площадь производственных участков

Наименование участка	$f_1, м^2$	$f_2, м^2$	$P_T^{yч}$	$F_y, м^2$
Агрегатный	18	11	1	18
Шиномонтажный	12	9	1	12
Итого				30

Согласно нормативам площадь помещения производственного участка на одного работающего должна быть не менее 4,5 м².

Если в помещениях предусматриваются рабочие посты (диагностики, кузовные, уборочно-моечные), то к расчетной площади необходимо добавить площадь, занятую постами и определяемую в соответствии с нормативами.

4.1.6.3 Расчет площадей складов

Для городских СТОА площади складских помещений определяется по удельной площади склада на каждые 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей:

$$F_{\text{СКЛ}} = \frac{f_{\text{уд}} \cdot N_{\text{СТОА}}}{1000}, \quad (4.18)$$

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

Расчет представляется в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Площади складских помещений

Наименование запасных частей и материалов	$f_{\text{уд}}, \text{м}^2$	$F_{\text{СКЛ}}, \text{м}^2$
Запасные части	32	92,90
Агрегаты и узлы	12	34,84
Эксплуатационные материалы	6	17,42
Склад шин	8	23,22
Смазочные материалы	6	11,61
Итого		179,99

Площадь кладовой для хранения агрегатов и автопринадлежностей, снятых с автомобилей на время выполнения работ на СТОА, следует принимать из расчета $1,6 \text{ м}^2$ на один рабочий пост по ремонту агрегатов, кузовных и окрасочных работ.

$$F_{\text{КЛАД}} = 1,6 \cdot X_{\text{РП}}^{\text{агрег, кузов, окрас}}. \quad (4.19)$$

$$F_{\text{КЛАД}} = 1,6 \cdot 2 = 3,2 \text{ м}^2.$$

Площадь для хранения мелких частей, инструмента и автокосметики, предназначенных для продажи на СТОА, м^2 .

$$F_{\text{ХРАНзч}} = 0,1 \cdot F_{\text{СКЛзч}}. \quad (4.20)$$

$$F_{\text{ХРАНзч}} = 0,1 \cdot 92,90 = 9,29 \text{ м}^2.$$

где $F_{\text{СКЛзч}}$ – площадь склада запасных частей, м^2 .

4.1.6.4 Расчет площадей технических помещений

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

Площадь (суммарная) вентиляционных камер составляет 10-14% от площади производственных помещений для городских СТОА.

$$F_{\text{техн.пом.}} = (0,1 - 0,14) \cdot \sum F_{\text{пр.кор}}, \quad (4.21)$$

где $\sum F_{\text{пр.кор.}}$ – сумма площадей производственных помещений корпуса, м².

$$F_{\text{пр.кор.}} = 627 + 180 + 3,2 + 9,29 + 30 = 849,49 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{пр.кор.}} = F_{\text{ТО-ТР}} + \sum F_{\text{СКЛ}} + \sum F_{\text{КЛАД}} + F_{\text{ХРАНзч}} + \sum F_{\text{у}}. \quad (4.22)$$

$$F_{\text{ТЕХН ПОМ}} = 0,12 \cdot 849,49 = 101,94 \text{ м}^2.$$

4.1.6.5 Расчет площадей административно-бытовых помещений

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

$$F_{\text{Адм.быт.}} = 6 \cdot P_{\text{ИТР}} + 2 \cdot (P_{\text{ИТР}} + \sum P_{\text{Т}} + P_{\text{всп}}), \quad (4.23)$$

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

$\sum P_{\text{Т}}$ – сумма технологически необходимых рабочих, чел;

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

$$F_{\text{Адм.быт.}} = 6 \cdot 16 + 2 \cdot (16 + 19 + 4) = 174 \text{ м}^2.$$

Предусматриваются помещения для клиентов, площадь которых принимается из расчета – до 15 постов 8 – 9 м².

Принимаем $F_{\text{клиент}} = 9 \cdot 10 = 90 \text{ м}^2$.

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

Принимаем $F_{\text{пр зп}} = 27 \text{ м}^2$.

Площадь шоурума, рассчитывается по следующей формуле

$$F_{\text{ШОУРУМ}} = A_{\text{ст}} \cdot f_{\text{авт}} \cdot K_{\text{п}} \quad (4.24)$$

$$F_{\text{ШОУРУМ}} = 11 \cdot 9,22 \cdot 4 = 406 \text{ м}^2.$$

Общая площадь производственно-складских и других помещений сводиться в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Общая площадь помещений

Наименование помещений	Площадь, м^2
Постовые участки ТО и ТР	1115,628
Производственные участки	30
Складские помещения	179,99
Технические помещения	101,94
Торговые и административно-бытовые помещения	697
Итого	2124,558

4.1.6.6 Расчет площади зон хранения (стоянок) автомобилей

Площадь зон хранения (стоянок) автомобилей определяется по формуле

$$F_{\text{X}} = f_{\text{а}} \cdot A_{\text{ст}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (4.25)$$

где $A_{\text{ст}}$ – число автомобиле-мест хранения;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент плотности расстановки автомобилей, $K_{\text{п}} = 2,5$.

Расчет выполняется по каждой стоянке отдельно.

Площадь зон хранения готовых к выдаче автомобилей:

$$F_{\text{X}} = 9,22 \cdot 8 \cdot 2,5 = 184,4 \text{ м}^2.$$

Площадь зон хранения числа автомобиле-мест клиентуры и персонала:

$$F_x = 9,22 \cdot 20 \cdot 2,5 = 461 \text{ м}^2.$$

Площадь зон хранения числа автомобиле-мест для хранения автомобилей, ожидающих обслуживания и готовых к выдаче:

$$F_x = 9,22 \cdot 38 \cdot 2,5 = 875,9 \text{ м}^2.$$

Площадь зон хранения числа автомобиле-мест хранения на открытой стоянке магазина:

$$F_x = 9,22 \cdot 16 \cdot 2,5 = 369 \text{ м}^2.$$

4.1.6.7 Расчет площади генерального плана

$$F_{\text{ГЕН.ПЛАН}} = \frac{100 \cdot (F_{\text{ЗПС}} \cdot F_{\text{ЗАБ}} \cdot F_{\text{ОП}})}{K_3}, \quad (4.26)$$

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

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

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

K_3 – коэффициент застройки, $K_3 = 28$.

$$F_{\text{ГЕН.ПЛАН}} = \frac{100 \cdot (849,49 + 102 + 174 + 90 + 27 + 406 + 4,1 + 46,1 + 461 + 876 + 369 + 18,4)}{28} = 12968 \text{ м}^2.$$

4.2 Проектирование участка ТО и ТР

4.2.1 Виды выполняемых работ на участке

На данном участке ТО и ТР выполняются следующие виды работ:

- диагностические работы;
- смазочные и заправочные работы;
- работы по плановому ТО;
- регулировка углов установки колес;
- снятие и установка узлов, агрегатов и систем;
- ремонт подвески;

- ремонт топливной аппаратуры;
- аккумуляторные работы;
- шиномонтажные работы.

4.2.2 Технологическая планировка производственного участка

Перечень необходимого оборудования для участка ТО и ТР представлен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Перечень технологического оборудование на участке ТО и ТР

№ п/п	Наименование оборудования	Модель	Габаритные размеры, мм	Количество, шт.	Цена, руб
1	2-стоечный подъемник	NussbaumPowerLift 2.32SLBMW	3050x3915	1	433483
2	4-стоечный подъемник	NussbaumCombiLift 4.4OH	5551x3239x2419	1	721942
3	Шкаф	СШИ	900x400x1900	1	16345
4	Стол	Верстакофф	1600x600x700	2	25000
5	3d стенд развал-схождения	Hunter WA560/22LE-421FC2S	2850x555x2450	1	1346576
6	Шиномонтажный стенд	John Bean T3000	821x790x1490	2	474370
7	Балансировочный стенд	John Bean B9400	828x1100x1710	2	257730
8	2-стоечный подъемник	Nussbaum PowerLift HL 2.40NT	3350x4109	3	1499673
9	Установка для слива масла	Flexbimec 3179	900x700x1700	2	50297
10	Домкрат подкатной	Big Red T82257	400x210x740	3	19890
11	Инструментальная тележка	Force 10217R-361	800x500x1050	5	931035
12	Устройство для замены тормозной жидкости	Flexbimec 3406	270x340x700	1	24115
13	Установка для замены охлаждающей жидкости	Nordberg CMT52A	500x4300x1010	1	37188
14	Станция для заправки автокондиционеров	Tektino RCC-8A	635x585x1075	1	115000

4.3 Расчет ресурсов

4.3.1 Расчет минимальной мощности отопительной системы

$$Q_T = \frac{V \cdot \Delta T \cdot K}{860}. \quad (4.27)$$

$$Q_T = \frac{2202,42 \cdot 24 \cdot 1,45}{860} = 89,12 \text{ кВт/час},$$

где Q_T – тепловая нагрузка на помещение (кВт/час);

V – объем обогреваемого помещения, м^3 ;

ΔT – разница между температурой воздуха вне помещения и необходимой температурой внутри помещения, $^{\circ}\text{C}$;

K – коэффициент тепловых потерь строения.

Разница между температурой воздуха вне помещения и необходимой температурой внутри помещения ΔT определяется исходя из погодных условий соответственного региона и из требуемых условий комфорта. Принимается по СНиП 2.04.05-91.

Коэффициент тепловых потерь строения K зависит от типа конструкции и изоляции помещения. $K=1 - 1,9$ для стандартных конструкций.

$$V = F_{\text{ТО-ТР}} \cdot H = 333,7 \cdot 6,6 = 502,0907, \quad (4.28)$$

где $F_{\text{ТО-ТР}}$ – площадь участка (сложной формы);

H – высота помещения принятая при проектировании и равная 6,6 м.

4.3.2 Потребность в технологической электроэнергии

Потребность в технологической электроэнергии, т.е. электроэнергии для работы технологического оборудования определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = K_C * \left(\frac{\sum N_{\text{об}i} * P_{\text{об}i} * \Phi_{\text{об}i} * K_{zi}}{\eta_c * \eta_{\text{об}i}} \right), \quad (4.29)$$

где K_C – коэффициент одновременности включения оборудования, величина которого определяется как отношение значения одновременно работающего оборудования к общему количеству оборудования, $K_C = 0,5$;

$N_{оби}$ – количество i -го оборудования (ед.);

$P_{оби}$ – мощность i -го оборудования (кВт);

$\Phi_{оби}$ – действительный годовой фонд работы i -го оборудования (час);

$K_{зи}$ – коэффициент спроса (загрузки) i -го оборудования (отношение средней активной мощности отдельного приемника (или группы их) к её номинальному значению);

η_c – КПД сети, определяемый как отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, проходящей через сеть, $\eta_c = 0,95$;

$\eta_{оби}$ – электрический КПД i -го оборудования, определяемый как отношение полезной мощности к полной мощности электрического оборудования, $\eta_{оби} = 0,8 - 0,97$.

Действительный годовой фонд работы i -го оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{оби} = D_{раб\ г} * T_{см} * C * \eta_n, \quad (4.30)$$

где $D_{раб\ г}$ – количество рабочих дней в году;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час;

C – количество смен;

η_n – коэффициент использования времени рабочего поста $\eta_n = 0,9$.

$$\Phi_{оби} = 365 * 8 * 1,5 * 0,9 = 3942 \text{ час.}$$

Годовой расход электроэнергии оборудования приведен в таблице 4.11 со всеми необходимыми параметрами для расчета.

Таблица 4.11 – Результаты годового расхода электроэнергии оборудованием

Наименование оборудования	$P_{об},$ кВт	K_c	$N_{об}$	K_3	$\Phi_{об},$ час	η_c	$\eta_{об}$	$P_{об},$ кВт·ч
2-стоечный подъемник	3	0,5	4	0,07	3942	0,95	0,88	1980
4-стоечный подъемник	3		1	0,07				495
3d стенд развал-схождения	0,5		1	0,14				165
Шиномонтажный стенд	0,75		2	0,13				460
Балансировочный стенд	0,12		2	0,13				74
Станция для заправки автокондиционеров	0,5		1	0,03				35

Суммарный расход электроэнергии оборудованием: 3209 кВт·ч.

4.3.3 Годовой расход электроэнергии для освещения

Годовой расход электроэнергии для освещения по формуле:

$$P_{ос} = \frac{N_c * P_c * T_r * K_c}{\eta_c}, \quad (4.31)$$

где N_c – количество светильников;

P_c – мощность одного светильника (выбирается исходя из паспорта светильника), $P_c = 0,036$ кВт;

T_r – число часов осветительной нагрузки в год, $T_r = 4380$ ч;

K_c – коэффициент одновременности включения светильников, величина которого определяется как отношение значения одновременно работающих светильников к общему количеству светильников, $K_c = 1$;

$\eta_c = 0,95$ – КПД сети.

Количество светильников, определяется по формуле:

$$N_c = \frac{E * K_3 * S * Z}{\Phi * n_{л} * \eta_{сп}}, \quad (4.32)$$

где E – минимальная освещенность, лк. Величина минимальной освещенности нормируется СНиП 23-05-95, $E = 300$ лк;

K_z – коэффициент запаса для светильников, $K_z = 1,5$;

S – площадь участка, $333,7 \text{ м}^2$;

Z – коэффициент неравномерности освещенности, $Z = 1,1$ т.к. лампы, устанавливаемые на участке, являются светодиодными;

Φ – световой поток одной лампы, определяется исходя из паспорта светильника, $\Phi = 2800$ лм;

$n_{\text{л}}$ – число ламп в светильнике, определяется исходя из паспорта светильника, $n_{\text{л}} = 4$;

$\eta_{\text{сп}}$ – коэффициент использования светового потока, $\eta_{\text{сп}} = 0,5$.

$$N_c = \frac{300 * 1,5 * 333,7 * 1,1}{2800 * 4 * 0,5} = 29,5 \approx 30 \text{ светильников.}$$

$$P_{\text{ос}} = \frac{30 * 0,036 * 4380 * 1}{0,95} = 4979 \text{ кВт/год.}$$

4.3.4 Годовой расход воздуха

Сжатый воздух применяется для обдувки деталей при сборке механизмов и агрегатов, для питания механических, пневматических инструментов, пневматических приводов, приспособлений и стендов, а также краскораспылителей для нанесения лакокрасочных покрытий, установок для очистки деталей крошкой, для перемешивания растворов. Потребность в сжатом воздухе определяется исходя из расхода его отдельными потребителями (воздухоприемниками) при непрерывной работе коэффициента использования их в каждой смене коэффициента одновременности работы и годового действительного фонда времени их работы. Годовой расход сжатого воздуха определяют как сумму расходов разными потребителями по формуле:

$$Q = N_{\text{вi}} \cdot P_{\text{уд.в.i}} \cdot \Phi_{\text{в}} \cdot K_{\text{ив}} \cdot K_{\text{пв}} \cdot K_{\text{ор}}, (4.33)$$

где Q – годовой расход сжатого воздуха, м^3 ;

$N_{\text{вi}}$ – количество потребителей сжатого воздуха;

$P_{уд.в.i}$ – удельный расход сжатого воздуха потребителями, м³/час;

Φ_B – действительный годовой фонд времени работы воздухоприемников, час;

$K_{ив}$ – коэффициент использования воздухоприемников в течение смены, $K_{ив} = 0,45$;

$K_{пв}$ – коэффициент, учитывающий эксплуатационные потери воздуха в трубопроводах, $K_{пв} = 1,5$;

$K_{ор}$ – коэффициент одновременной работы воздухоприемников, $K_{ор} = 1$.

$$Q = 5 \cdot 3,1 \cdot 3942 \cdot 0,45 \cdot 1,5 \cdot 1 = 41243 \text{ м}^3.$$

Суммарный удельный расход сжатого воздуха определится из выражения:

$$P_{сумм} = \frac{Q}{\Phi_B}, \quad (4.34)$$

где $P_{сумм}$ – суммарный удельный расход сжатого воздуха (требуемый), м³/час;

Φ_B – годовой фонд времени работы воздухоприемников. Исходя из расчетного значения удельного расхода сжатого воздуха $P_{сумм}$, выбирается компрессор, соответствующий этому показателю или ближайшему большему значению.

$$P_{сумм} = \frac{41243}{3942} = 10,46 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Нижеприведенная формула позволяет приблизительно рассчитать размер требуемого ресивера:

$$V_P = \frac{P_{сумм.факт} \cdot P_{атм}}{4 \cdot Z_{час} \cdot \Delta P}, \quad (4.35)$$

где $P_{сумм.факт}$ – расход сжатого воздуха на выходе компрессора (фактический), м³/час (исходя из паспорта изделия);

$P_{атм}$ – атмосферное давление, бар, $P_{атм} = 1$;

$Z_{\text{час}}$ – допустимая частота включений компрессора в час, ед/час, нормируется заводом изготовителем, для промышленных образцов $Z_{\text{час}} = 10 - 15$;

ΔP – разность рабочих давлений компрессора, бар (сходя из паспорта изделия, для промышленных образцов $\Delta P = 1 - 2$).

В случае если стандартного ресивера рассчитанного объёма не существует, выбирается ближайший больший по размеру ресивер.

$$V_p = \frac{10,46 \cdot 1}{4 \cdot 10 \cdot 1} = 0,262 \text{ м}^3 = 262 \text{ л.}$$

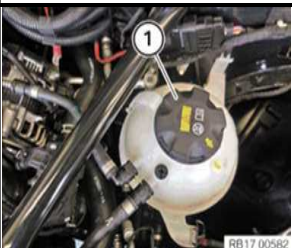
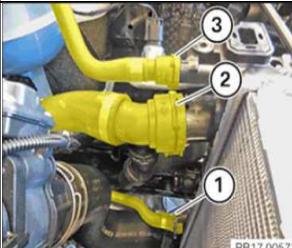
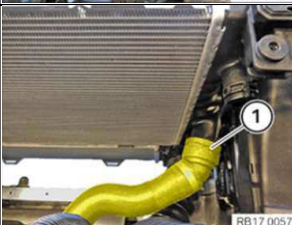
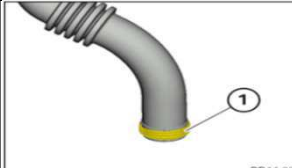
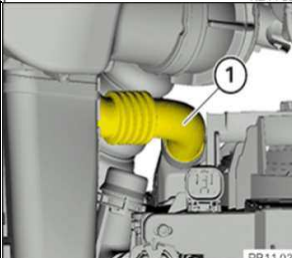
Выбираем ресивер объемом 270л.

5 Описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости


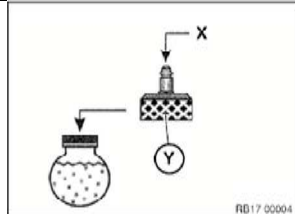
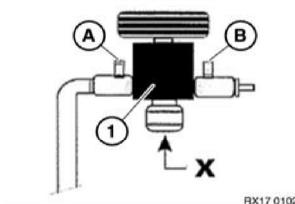
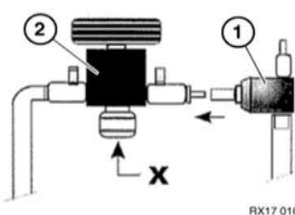
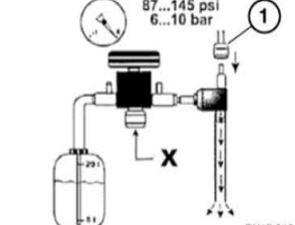
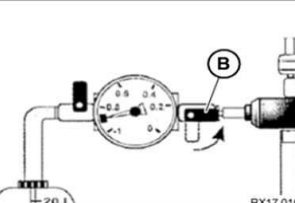
5.1 Описание действующего технологического процесса замены охлаждающей жидкости

Технологическая карта действующего технологического процесса замены охлаждающей жидкости приведена в таблице 5.1

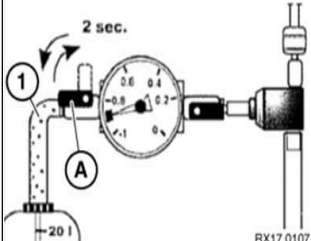
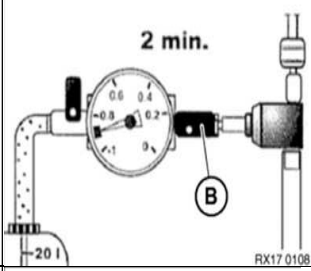
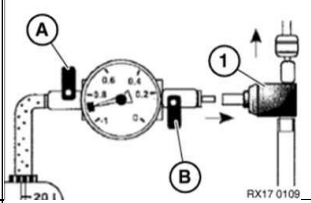
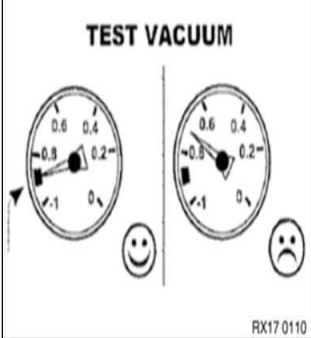
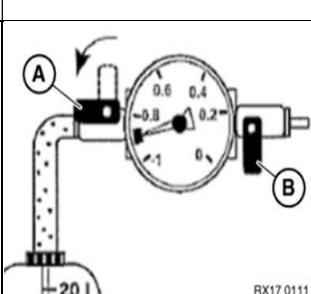
Таблица 5.1 – Технологическая карта действующего технологического процесса

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
1	Снятие запорной крышки с расширительного бочка		Перчатки	3	Снять запорную крышку <u>1</u> с расширительного бачка системы охлаждения.
2	Рассоединение трубопроводов системы охлаждения		Крестообразная отвертка, перчатки	3	Расфиксировать и отсоединить трубопроводы охлаждающей жидкости <u>1</u> , <u>2</u> , <u>3</u> . Собрать вытекающую жидкость и отправить на утилизацию.
3	Рассоединение трубопроводов системы охлаждения		Крестообразная отвертка, перчатки	3	Расфиксировать и отсоединить трубопровод охлаждающей жидкости <u>1</u> . Собрать вытекающую охлаждающую жидкость и отправить на утилизацию.
4	Проверка уплотнения		–	3	Проверить уплотнение <u>1</u> на наличие повреждений, при необходимости заменить трубу.
5	Соединение трубопровода системы охлаждения		–	3	Насадить трубу <u>1</u> .

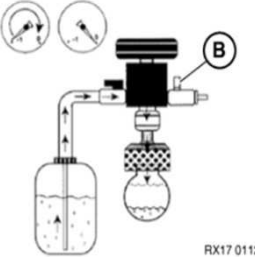
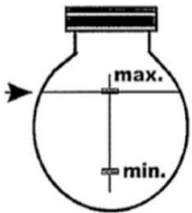
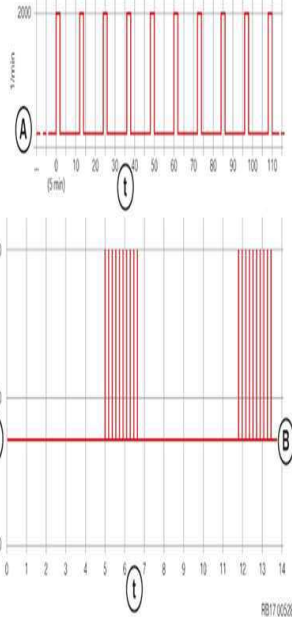
Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
6	Подключение вакуумного заправочного устройства		Вакуумное заправочное устройство (1); заливной шланг (2); бачок с ОЖ (3); трубка Вентури (4); подвод источника сжатого воздуха (5); шланг для отвода воздуха (6); набор адаптеров 0 494 417	3	Установить бачок вакуумного заправочного устройства на ту же высоту, что и расширительный бачок охлаждающей жидкости. Объем жидкости в бачке устройства на 1 – 2 л. больше заправочного объема для ТС. Заполнить систему охлаждения. Выбрать подходящий адаптер Y из набора адаптеров.
7	Подключение адаптера		Адаптер Y	3	Подсоедините выбранный адаптер Y к расширительному бачку системы охлаждения. Подключите вакуумное заправочное устройство к разьему X адаптера.
8	Проверка запорных клапанов		–	3	Убедиться, что закрыты запорные клапаны А и В вакуумного заправочного устройства 1.
9	Подключение разьема X и трубки Вентури		Трубка Вентури	3	Подключить разъем X к расширительному бачку системы охлаждения и зафиксировать. Подключить трубку Вентури 1 к вакуумному заправочному устройству 2.
10	Подключение сжатого воздуха		–	3	Подключить сжатый воздух 1. X — подключение к расширительному бачку системы охлаждения.
11	Открытие запорного клапана		–	3	Открыть запорный клапан В. Трубка Вентури создает шум потока.

Продолжение таблицы 5.1

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
12	Удаление воздуха из заливного шланга		—	3	Открыть запорный клапан <u>A</u> , чтобы шланг заправки топлива <u>1</u> был наполнен без воздушных включений. Снова закрыть запорный клапан <u>A</u> . Из заливного шланга <u>1</u> удален воздух.
13	Создание разрежения в системе охлаждения		—	3	При создании разрежения стенки шлангов системы охлаждения сжимаются. После того, как в контуре охлаждающей жидкости создается вакуум от -0,7 до -0,95 бар (длительность прим. 2 мин), закрыть запорный клапан <u>B</u> .
14	Проверка запорных клапанов и отсоединение трубки Вентури		—	3	Убедиться, что закрыты запорные клапаны <u>A</u> и <u>B</u> . Разъединить трубку Вентури <u>1</u> .
15	Проверка системы охлаждения		—	3	Вакуум в контуре охлаждающей жидкости должен удерживаться в течение не менее 30 с. Результат: • Вакуум падает – найти утечку, устранить и начать процесс заправки сначала. • Вакуум остается неизменным – продолжить заполнение.
16	Заполнение системы охлаждения новой охлаждающей жидкостью		—	3	Запорный клапан <u>B</u> остается закрытым в течение всего процесса заполнения. Для заполнения системы охлаждения открыть запорный клапан <u>A</u> , ведущий к бачку вакуумного заправочного устройства.

Окончание таблицы 5.1

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
17	Завершение заполнения системы охлаждения	 RX17 0112	—	3	Процесс наполнения закончен, когда стрелка прибора измерения давления устанавливается на 0 бар или останавливается. При необходимости сбросить оставшееся разрежение. Для этого откройте запорный клапан В .
18	Выставление уровня охлаждающей жидкости	 RX17 0113	—	3	Снять вакуумное запорное устройство с адаптером с расширительного бачка охлаждающей жидкости. Довести уровень охлаждающей жидкости до максимальной отметки.
19	Удаление воздуха из системы охлаждения	 RB17 0032	—	3	А – частота вращения коленвала на холостом ходу; В – программа удаления воздуха из системы охлаждения завершена; t – время. Оставить крышку на расширительном бачке системы охлаждения открытой . Установить обогрев на максимум , а скорость вращения вентилятора на минимум . Периодически нажимая на педаль акселератора выполнить алгоритм, представленный на рисунке. Выключить двигатель. Дать двигателю остыть. Долить охлаждающую жидкость в расширительный бачок до максимальной отметки. Закрыть запорную крышку так, чтобы совпали значки в виде стрелки.



5.2 Описание технологического процесса замены охлаждающей жидкости по новой (предлагаемой) технологии

Технологическая карта процесса замены охлаждающей жидкости по новой (предлагаемой) технологии представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Технологическая карта процесса по новой технологии

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
1	Установка автомобиля на пост		—	3	Установить автомобиль на пост и выключить двигатель.
2	Подключение компрессора		Компрессор, установка Nordberg CMT52A.	3	Для работы станда необходимо подключить компрессор к разъему с правой стороны установки.
3	Подключение установки		Перчатки, крестообразная отвертка, установка.	3	Найти входное отверстие на радиаторе и точку слива. Один адаптер заливного шланга (красного цвета) подсоединить к разъему радиатора, а другой (синего цвета) подсоединить к разъему системы охлаждения.
4	Слив старой охлаждающей жидкости		Компрессор, установка Nordberg CMT5 2A, перчатки.	3	Установить переключатель 1 в положение «RECYCLE». Установить переключатель 2 в положение «OFF». Подать необходимое давление в систему охлаждения с помощью регулятора давления (РД) на пульте управления установки. Отключить компрессор после полного слива жидкости
5	Очистка системы охлаждения (при необходимости)		Компрессор, установка Nordberg CMT5 2A, перчатки, чистящий раствор.	3	Налить чистящий раствор в радиатор автомобиля. Включить клапан подачи воздуха установки (СВ). С помощью регулятора (РД) настроить требуемое давление; После ухода чистящего раствора в систему охлаждения восстановить линию от двигателя к радиатору. Запустить двигатель на 5 – 10 мин.

Окончание таблицы 5.2

№ п/п	Наименование операции	Изображение	Необходимый инструмент	Разряд работ	Примечание
6	Заправка новой охлаждающей жидкостью		Компрессор, установка NordbergCMT5 2А, новая охлаждающая жидкость, перчатки, крестообразная отвертка	3	<p>Открыть крышку заливной горловины и залить необходимое количество охлаждающей жидкости. Повернуть переключатель 3 в положение «NEWOIL»; повернуть переключатель 1 в положение «RETURN», а переключатель 2 в положение «ON». Включить подачу воздуха (СВ).</p> <p>С помощью регулятора давления (РД) отрегулировать скорость замены. Отследить окончание процесса залива жидкости по смотровым трубкам. Отсоединить установку от системы охлаждения. Проверить отсутствие каких-либо утечек и уровень замененной жидкости в системе охлаждения.</p>
7	Удаление старой жидкости		Компрессор, установка NordbergCMT5 2А, емкость для отработанной жидкости, перчатки.	3	<p>Повернуть переключатель 3 в позицию «USED OIL». Повернуть переключатель 1 в положение «RETURN». Повернуть переключатель 2 в положение «OFF». Вставить синий шланг в какую-либо емкость для использованной жидкости. Включить подачу воздуха от компрессора (СВ). С помощью регулятора давления (РД) вывести необходимую скорость замены. После окончания слива отключить подачу воздуха.</p>

6 Конструкторская часть

6.1 Литературно-патентное исследование

Для проведения патентного поиска мы предварительно определяем класс по Международной патентной классификации (МПК). Для выполнения работы была выбрана установка для замены охлаждающей жидкости.

Регламент поиска представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Регламент поиска

Наименование темы поиска: <u>Установки для замены охлаждающей жидкости</u>						
Начало поиска <u>10.02.2020</u> Окончание поиска <u>15.06.2020</u>						
Предмет поиска	Цель поиска информации	Страна поиска	Классификационные индексы		Ретроспективность поиска	Наименование источников информации
			УДК	МПК (МПИ)		
Установки для замены охлаждающей жидкости	Оценка уровня развития техники в области технологии и оборудования	Все развитые страны мира	–	F01P 7/16	10 – 15 лет	www.fips.ru

В ходе литературно-патентного поиска были найдены патенты на устройства для замены охлаждающей жидкости, а так же способы ее замены. Кроме этого, были изучены действующие образцы установок для замены охлаждающей жидкости, продаваемых на территории Российской Федерации. Справка о литературно-патентном поиске приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Справка о литературно-патентном поиске

Предмет поиска	Страна поиска	Классификационные индексы МПК	По фонду какой организации проведен поиск	Источники информации (выходные данные)	
				Научно-техническая документация	Патентная документация
1	2	3	4	5	6
Устройство и способ для замены охлаждающей жидкости	РФ	F01P 7/16 (2006.01)	www.fips.ru	-	Патент 2486353; Заявл. 27.01.2012; Оpubл. 27.06.2013; Бюл. №18
Устройство для замены охлаждающей жидкости	РФ	F01P 7/16 (2006.01)	www.fips.ru	-	Патент 112945; Заявл. 13.10.2011; Оpubл. 27.01.2012; Бюл. №3
Установка Nordberg CMT52A	РФ	-	https://nordberg-shop.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка KraftWell KRW1800	РФ	-	http://www.kraftwell.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Sivik KC-121M	РФ	-	https://optima-trade.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Сорокин 11.71	РФ	-	https://www.sorokin.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка ODA 4010	РФ	-	https://www.autoscaners.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Atis GD-522A	РФ	-	https://atis-auto.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Atis GB-522A	РФ	-	https://atis-auto.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Spin WS 3000	РФ	-	http://spinsrl.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Impact-450	РФ	-	http://eurogrant.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Автоальянс, SL 033M	РФ	-	https://auto-spets.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Автоальянс, SL 037M	РФ	-	https://www.mosauto-lab.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Impact-460	РФ	-	http://eurogrant.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка SPIN WS 3500	РФ	-	http://spinsrl.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка SPIN WS 4000	РФ	-	http://spinsrl.ru/	Каталог гаражного оборудования	-

Окончание таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6
Установка Spin WS 3000Plus	РФ	-	http://spinsrl.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка Wynn's Colling Serve W68401	РФ	-	http://www.garant-techservice.ru/	Каталог гаражного оборудования	-
Установка TopAuto WS 1800	РФ	-	https://topavto.net/	Каталог гаражного оборудования	-

Таким образом, в данном разделе был выполнен патентный обзор по установкам для замены охлаждающей жидкости. Всего было найдено 2 патента и 17 действующих образцов.

6.2 Анализ технических решений, их классификация, выбор прототипа

6.2.1 Анализ технических решений

Рассмотрим основные варианты технических решений, применяемых в установках для замены охлаждающей жидкости, на примере следующих установок:

- 1) Nordberg CMT52A;
- 2) Sivik KC-121M;
- 3) SPIN WS 4000.

Рассмотрим каждую установку более подробно.

NordbergCMT52A – пневматическая установка для замены охлаждающей жидкости. Данная установка позволяет выполнять:

- Слив старого и наполнение новым антифризом;
- Контроль давления по показаниям манометра;
- Промывка системы охлаждения;
- Визуальный контроль качества антифриза по специальным трубам.

Характеристики Nordberg CMT52A:

- Вес упаковки 34 кг;
- Диаметр штуцера 12,7 мм;

- Температура жидкости слива 40...60 °С;
- Габариты 500x430x1010 мм;
- Назначение Замена антифриза;
- Рабочее давление воздуха, атм. 6 – 7 бар (6~8 л/с);
- Аксессуары: Комплект адаптеров, шланги; Манометр 2 шт., Диаметр-70 мм, 0 – 7 бар.; Система емкостей: 2 емкости (для новой и отработанной), 30 л; Шланг (впуск, выпуск) 2-шланга: красный и черный (длина 3480, диаметр 12,7). Шланг – 1 заливной, длина 3200, диаметр 12,7.

Внешний вид установки Nordberg CMT52A представлен на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Внешний вид установки NordbergCMT52A

Стоимость установки NordbergCMT52A составляет 37188 руб.

Sivik KC-121M – электрическая установка для замены охлаждающей жидкости, работающая от напряжения бортовой сети автомобиля. Данная установка позволяет проводить:

- Контроль направления потока жидкости с помощью индикатора на панели;
- Проверка температуры жидкости в системе охлаждения;
- Проверка системы охлаждения двигателя на герметичность;
- Проверка работоспособности клапана избыточного давления на крышке радиатора или расширительного бачка;
- Проверка работоспособности термостата;
- Проверка напряжения аккумулятора и генератора автомобиля.

Характеристики Sivik KC-121M:

- Давление в гидросистеме: 1.5 бар;
- Напряжение питание: 12 В;
- Макс. ток: 5 А;
- Мощность: 0,14 кВт;
- Рабочая температура от: 5 °С;
- Рабочая температура до: 50 °С;
- Габаритные размеры: 600x450x1150 мм;
- Масса: 36 кг.

Внешний вид установки Sivik KC-121M представлен на рисунке 6.2.



Рисунок 6.2 – Внешний вид установки Sivik KC-121M

Стоимость данной установки составляет 64600 руб.

SPIN WS 4000 – электрическая установка для замены охлаждающей жидкости, работающая от напряжения 220 В. Данная установка является самой совершенной и технически сложной в своем классе.

Основными особенностями данной установки являются:

- Автоматическое управление;
- ЖК-дисплей с русифицированным пользовательским меню;
- Автоматические циклы промывки и замены жидкости;
- Встроенная система подогрева жидкости для ускорения процесса замены;
- Возможность программирования длительности промывочного цикла;
- Встроенный термический принтер для распечатки результатов;

- Полная высококачественная замена старой охлаждающей жидкости на новую, без завоздушивания системы;
- Удаление жидкости из расширительного бачка или радиатора;
- Заливка в систему охлаждения двигателя промывочной жидкости;
- Забор новой жидкости из любой внешней емкости;
- Полное удаление воздуха из подсоединенных адаптеров;
- Проверка системы охлаждения двигателя на герметичность;
- Проверка работоспособности клапана избыточного давления на крышке радиатора или расширительного бачка;
- Проверка работоспособности термостата;
- Оборудована системой нагрева жидкости для ускорения процесса замены при наличии несъемного термостата мощностью 3 кВт.

Характеристики установки:

- Объем баков: 2X20 л;
- Рабочее давление: 5 – 7 бар;
- Мощность системы подогрева: 3 кВт;
- Напряжение питания: 220 В;
- Габаритные размеры: 630x450x1100 мм;
- Масса: 51 кг.

Внешний вид установки SPIN WS 4000 представлен на рисунке 6.3.



Рисунок 6.3 – Внешний вид установки SPIN WS 4000

Стоимость данной установки составляет 147600 руб.

6.2.2 Классификация установок для замены охлаждающей жидкости

Все найденные в процессе литературно-патентного исследования идеи и действующие образцы можно классифицировать по следующим признакам:

1. По типу питания:
 - Электрические (от бортовой сети автомобиля 12 В);
 - Электрические (от промышленной сети 220 В);
 - Пневматические (от компрессора).
2. По набору дополнительных функций:
 - Без дополнительных функций;
 - С дополнительной диагностикой системы охлаждения автомобиля;
 - С дополнительной диагностикой системы охлаждения автомобиля и системой нагрева новой охлаждающей жидкости.
3. По наличию системы дополнительного подогрева новой охлаждающей жидкости:

- С системой;
- Без системы.

6.2.3 Выбор прототипа

В качестве прототипа выбираем установку для замены охлаждающей жидкости NordbergСМТ52А, так как из всех представленных основных типов установок она имеет самую низкую стоимость, что при этом никак не влияет на ее способность выполнять основную функцию по замене охлаждающей жидкости. Кроме того, она имеет самую простую конструкцию и, следовательно, самую высокую надежность из представленных установок.

6.3 Техническое задание на разработку технологического оборудования

6.3.1 Наименование и область применения

Установка для замены охлаждающей жидкости. Предназначена для замены охлаждающей жидкости в системе охлаждения автомобиля и промывки системы охлаждения, а также, при наличии соответствующих функций, диагностики системы охлаждения. Применяются в условиях автомобильных мастерских, станций технического обслуживания и автотранспортных предприятий.

6.3.2 Основание для разработки

Основанием для разработки данной установки для замены охлаждающей жидкости является задание кафедры «Транспорт» на курсовую работу по дисциплине «Проектирование технологического оборудования и инструмента для технического обслуживания и ремонта автотранспортных машин».

6.3.3 Цель и назначение разработки

Усовершенствование установки для замены охлаждающей жидкости путем внесения изменений в конструкцию, а именно – установка

дополнительного подогрева новой охлаждающей жидкости в баке. Данная установка разрабатывается с целью увеличения скорости процесса замены охлаждающей жидкости при выполнении работ по ТО.

6.3.4 Источники разработки

Источником разработки является установка для замены охлаждающей жидкости NordbergCMT52A Российского производства.

6.3.5 Технические требования

6.3.5.1 Состав продукции и требования к конструктивному устройству

Стандартный вариант оборудования включает в себя: установка, комплект адаптеров, шланги, манометр 2 шт. (диаметр – 70 мм, 0 – 7 бар.), система емкостей: 2 емкости (для новой и отработанной) по 30 л; шланг (впуск, выпуск), 2 шланга: красный и черный (длина 3480, диаметр 12,7), шланг–1 заливной, длина 3200, диаметр 12,7.

6.3.5.2 Показатели назначения

Технические характеристики исходного образца установки приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Технические характеристики установки NordbergCMT52A

Характеристика установки	Значение
Габариты, м ²	0,215
Объем внутренних резервуаров (суммарно), л	60
Максимальное рабочее давление, бар	7
Масса, кг	34
Тип питания	пневматическая
Температура жидкости слива, °С	40 – 60
Цена, руб	37188

6.3.5.3 Требования к надежности

Срок эксплуатации не менее 3 лет.

Наработка на отказ не менее 2000 час.

6.3.5.4 Требования к технологичности

Технологичность конструкции установки должна обеспечивать возможность ее изготовления в условиях механических мастерских/мелкосерийного производства/автотранспортного предприятия.

6.3.5.5 Требования к уровню унификации и стандартизации

Все узлы, детали, применяемые при разработке изделия, должны быть максимально унифицированы и стандартизированы.

6.3.5.6 Требования к безопасности

Обеспечение безопасности при работе с установкой при максимальном давлении, а так же обеспечение герметичного соединения в разъеме для подключения источника сжатого воздуха и во всех переходниках.

6.3.5.7 Эстетические и эргономические требования

Эстетика и эргономика конструкции должны повышать ее конкурентоспособность.

6.3.5.8 Требования к патентной чистоте

Разрабатываемая конструкция не должна в точности повторять уже запатентованные идеи.

6.3.5.9 Требования к составным частям продукции, расходным и эксплуатационным материалам

Составные части продукции и эксплуатационные материалы должны быть разрешены к применению во всех отраслях народного хозяйства.

6.3.5.10 Условия эксплуатации

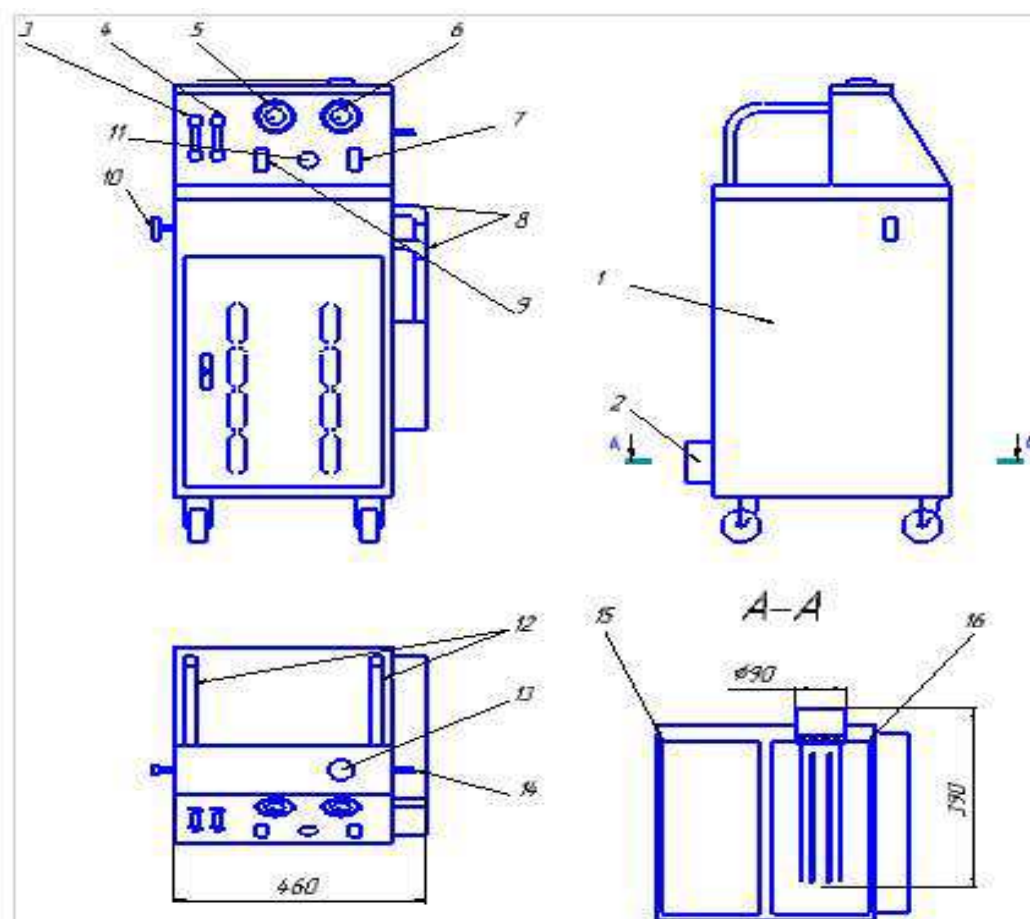
Изделие предназначено для замены охлаждающей жидкости в системе охлаждения автомобиля. Изделие применяется в условиях автомобильных мастерских, станций технического обслуживания и автотранспортных предприятий. Установка не требуется.

6.4 Разработка образца оборудования

Одним из недостатков стандартной установки для замены охлаждающей жидкости является отсутствие подогрева нового антифриза, которым заполняется система охлаждения автомобиля. Из-за этого новая охлаждающая жидкость имеет слишком низкую температуру для того, чтобы поддерживать термостат автомобиля в открытом положении, что замедляет процесс замены антифриза вследствие необходимости отдельной откачки старой жидкости из радиатора автомобиля и ручного заполнения новой.

В процессе разработки предлагается установить в установку для замены охлаждающей жидкости NordbergCMT52A дополнительный подогрев, который будет расположен внутри бака для новой охлаждающей жидкости. Это позволит нагреть новый антифриз до достаточной температуры для поддержания термостата в открытом положении, что в свою очередь существенно ускорит и облегчит процесс замены охлаждающей жидкости. Чтобы нагрев не вызвал повреждений бака, необходимо также заменить баки для охлаждающей жидкости на новые из термостойкого пластика.

Внешний вид разработанной установки для замены охлаждающей жидкости представлен на рисунке 6.4.



1 – корпус установки; 2 – блок ТЭН с терморегулятором; 3 – смотровая трубка для контроля слива старой жидкости; 4 – смотровая трубка для контроля залива новой жидкости; 5 – манометр рабочей жидкости; 6 – манометр воздушный; 7 – переключатель 2; 8 – разъемы для соединения шлангов; 9 – переключатель 3; 10 – переключатель 1; 11 – переключатель 4; 12 – поручни для перемещения установки; 13 – крышка заливной горловины; 14 – разъем для подключения компрессора; 15 – емкость для старой жидкости; 16 – емкость для новой жидкости

Рисунок 6.4 – Внешний вид разработанной установки

Данная установка работает за счет сжатого воздуха, который поступает от компрессора, подключаемого к разъему 14. Шланги, соединяемые с системой охлаждения автомобиля, подключаются к разъемам 8. Новая жидкость заливается через горловину 13 в емкость 16. Старая жидкость сливается в емкость 15. Давление рабочей жидкости, а также давление воздуха, создаваемое в системе, контролируются по указателям 5 и 6 соответственно. Процесс замены регулируется переключателями 7, 9, 10, 11. Слив старой жидкости (а также ее состояние) и залив новой контролируются по смотровым трубкам 3 и 4 соответственно. Основной доработкой данного образца оборудования является установка в бак для новой жидкости блока ТЭН с терморегулятором 2, который

осуществляет подогрев нового антифриза, но при этом за счет термостата не дает жидкости нагреться больше нужной температуры. Данный блок ТЭН работает от сети 220 В.

6.4.1 Расчет мощности нагревателя

Произведем расчет необходимой мощности нагревателя для охлаждающей жидкости.

Количество теплоты, необходимое для нагрева антифриза до требуемой температуры в кДж:

$$Q_1 = C_1 \cdot m_1 \cdot (t_2 - t_1), \quad (6.1)$$

где C_1 – теплоемкость охлаждающей жидкости, $\frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}$;

m_1 – масса нагреваемой жидкости, кг;

t_1 – температура до нагрева, $^\circ\text{C}$;

t_2 – температура после нагрева, $^\circ\text{C}$.

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 \cdot (t_2 - t_1), \quad (6.2)$$

где V_1 – объем охлаждающей жидкости, м^3 ;

ρ_1 – плотность охлаждающей жидкости, $\text{кг} / \text{м}^3$.

$$Q_1 = 3,26 \cdot 0,015 \cdot 1082 \cdot (90 - 20) = 3703,7 \text{ кДж.}$$

Также необходимо учитывать, что часть тепловой энергии будет уходить на нагрев непосредственно самого бака.

Количество теплоты, необходимое для нагрева бака в кДж:

$$Q_2 = C_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_1), \quad (6.3)$$

где C_2 – теплоемкость пластика (материала бака), $\frac{\text{кДж}}{(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})}$;

m_2 – масса бака, кг;

t_1 – температура до нагрева, $^\circ\text{C}$;

t_2 – температура после нагрева, $^\circ\text{C}$.

$$Q_2 = 1,7 \cdot 2 \cdot (90 - 20) = 238 \text{ кДж.}$$

Суммарное количество теплоты, необходимое для нагрева жидкости в баке, кДж:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (6.4)$$

$$Q = 3703,6 + 238 = 3941,6 \text{ кДж.}$$

Количество тепловой энергии, выделяемое нагревателем, кДж:

$$Q = P \cdot T, \quad (6.5)$$

где P – мощность электронагревателя, кВт;

T – время нагрева, с.

Отсюда мощность электронагревателя в кВт:

$$P = Q / T. \quad (6.6)$$

$$P = 3941,6 / 600 = 6,569 \text{ кВт.}$$

Принимаем мощность электронагревателя 7 кВт.

6.5 Преимущества разработанной конструкции перед прототипом

Основным преимуществом разработанной конструкции является наличие дополнительного подогрева новой охлаждающей жидкости, что в свою очередь позволяет поддерживать термостат обслуживаемого автомобиля в открытом положении. Это позволяет значительно ускорить замену антифриза в процессе технического обслуживания.

Данный подогрев реализован в виде простой и недорогой конструкции, а именно установки в емкость для новой жидкости блока ТЭН, который позволяет быстро нагреть антифриз до требуемой температуры (за время, в течение которого выполняется промывка системы охлаждения автомобиля специальным составом). При этом встроенный в блок ТЭН терморегулятор

позволяет выставить необходимую температуру нагрева и не превысить ее в процессе работы подогрева.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данная конструкция легко осуществима на практике, проста в использовании, универсальна, а значит и вполне конкурентоспособна.

6.6 Особенности эксплуатации разработанной конструкции

В процессе использования разработанной установки необходимо учитывать, что жидкость за счет подогрева нагревается до достаточно высокой температуры. Несмотря на то, что горячая жидкость в установке полностью изолирована от человека, и исключает попадание антифриза на поверхность тела, следует предпринимать меры предосторожности. А именно, после замены жидкости отсоединять все трубки и шланги в термостойких перчатках, что исключит любую вероятность получения ожога.

В процессе техобслуживания установки требуется проведение следующих видов работ:

- проверка герметичности всех соединений;
- отсутствие механических повреждений на шлангах и соединительных трубках;
- работоспособность стрелочных указателей;
- проверка емкостей для старой и новой жидкости на наличие утечек;
- проверка состояния блока ТЭН, а также работоспособность терморегулятора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Совершенствование сервисного обслуживания и ремонта автомобилей марки BMW в г. Красноярске» были выполнены следующие задачи:

1) Проведены маркетинговые исследования рынка продаж автомобилей BMW в Красноярском крае. Прогноз потребности в услугах на СТО региона показывает, что к 2022 году значение прогнозируемого спроса составит 8870 обращений в год. Кроме этого, после проведения исследований был сделан вывод, что строительство новой СТО в регионе нецелесообразно.

2) Исследованы характерные неисправности автомобилей BMW и методы их профилактики. Одним из самых слабых мест практически всех автомобилей BMW является высокая тепловая нагрузка их моторов, которая может привести к серьезным неисправностям. Поэтому очень важно тщательно следить за состоянием системы охлаждения и в том числе за состоянием и уровнем охлаждающей жидкости.

3) Изучены системы замены охлаждающей жидкости и подобрано необходимое оборудование. При помощи имитационного моделирования был проведен анализ эффективности и конкурентоспособности различных моделей установок для замены охлаждающей жидкости. После составления зависимости прибыли от комплексного коэффициента качества был сделан вывод, что из рассмотренного массива оборудования лучшей оказалась установка NordbergСМТ52А.

4) Согласно выбранному оборудованию был разработан участок ТО и ТР, который оборудован установкой для замены охлаждающей жидкости NordbergСМТ52А и другим необходимым оборудованием.

5) Составлены подробные технологические карты замены охлаждающей жидкости по старой технологии и по новой. Введение нового оборудования позволило ускорить технологический процесс и упростить его.

б) Разработано улучшение для установки для замены охлаждающей жидкости NordbergСМТ52Ав виде дополнительного подогрева для новой охлаждающей жидкости. Для доказательства работоспособности изделия был проведен расчет необходимой мощности электронагревателя, представленного блоком ТЭН. Использование такой конструкции позволило увеличить скорость замены охлаждающей жидкости во время технического обслуживания автомобиля.

В итоге все поставленные задачи выпускной квалификационной работы выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СТО 4.2 – 07 – 2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск. СФУ, 2014.
2. 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.
3. Информация, полученная на предприятии ООО «ЭлитАвто».
4. Данные о продажах BMW в России – [электронный ресурс] – Режим доступа – <https://auto.vercity.ru/statistics/sales/europe/2019/russia/bmw/>.
5. Официальный дилер BMW в Красноярске [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bmw-elitavto.ru>.
6. BMW X3 второго поколения — список возможных проблем [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/907288-najti-iks/>.
7. Ремонт электрики/электроники BMW [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bmw-zapad.ru/uslugi/remont-bmw/remont-elektriki-bmw/>.
8. Ремонт пневмоподвески BMW [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bmw-e.ru/remont-podveski-bmw/remont-pnevmopodveski-bmw>.
9. Блянкинштейн И.М. «Оценка конкурентоспособности технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей»: учеб.пособие/ Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010.-104 с.
10. Инструкция по эксплуатации установки для замены охлаждающей жидкости NordbergСМТ 52А.
11. Установки для замены антифриза. Компания «ГАРО» – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://www.garo.cc/katalog/maslosmennoe-oborudovanie/ustanovka-dlja-zameny-antifriza>.

12. Установки для промывки системы охлаждения. Каталог «SPIN» – [электронный ресурс]. – Режим доступа – http://spinsrl.ru/catalog/produksiya_spin/ustanovki_dlya_promyvki_sistemy_okhlazhdeniya/.

13. Устройство и способ для замены охлаждающей жидкости – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=46ece0c029ff039e041cc170b345618c>.

14. Устройство и способ для замены охлаждающей жидкости – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://www.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8f77858a377c6c7882c285815da02a04>.

15. Установки для замены охлаждающей жидкости. Каталог компании «Империя Авто» – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://imperiyaavto43.ru/g16000030-ustanovki-dlya-zameny>.

16. Оборудование для замены охлаждающей жидкости. Каталог компании «ОПТИМА-TOOLS» – [электронный ресурс]. – Режим доступа – http://optima-tools.ru/market/oborudovanie_dlya_zameny_masla_i_ekspluacionnyh_zhidkостей_nagnetateli/zamena_ohlazhdayuwej_zhidkosti/.

17. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП-01-91/Росавтотранс. - М. 1991.

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

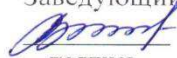
19. Основы проектирования, расчета и эксплуатации технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей: метод. указания по курсовой работе / сост. И. М. Блянкинштейн. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 16 с.

20. ГОСТ 31489-2012. Оборудование гаражное. Требования безопасности и методы контроля.
21. Сайт Федерального института промышленной собственности России – [электронный ресурс]. – Режим доступа – http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru.
22. Теплоемкость твердых материалов и жидкостей – [электронный ресурс]. – Режим доступа – http://temperatures.ru/pages/teploemkost_tverdyh_materialov_i_zhidkostei.
23. Концентрация и его влияние на теплофизические свойства водного раствора этиленгликоля – [электронный ресурс]. – Режим доступа – http://himtermo.ru/teplonositeli/teplofiz_svoystva_vod_rastv_etilen/.
24. Установка для замены охлаждающей жидкости NordbergСМТ52А – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <https://nordberg-shop.ru/shop/diagnosticheskoe-oborudovanie/oborudovanie-dlya-zameny-texnicheskix-zhidkostej/cmt52a-nordberg-ustanovka/>.
25. Блоки ТЭН (ТЭНБ), каталог группы компаний «Миасс ТЭН» – [электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://www.miassten.ru/catalog/bloki-ten-tenb>.

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин
подпись инициалы, фамилия

« 13 » июня 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

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

Совершенствование сервисного обслуживания и ремонта автомобилей
марки BMW в г. Красноярске
тема


Руководитель _____ канд. техн. наук, профессор В.Н. Катаргин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник  13.06.2020 13.06.2020 М.В. Городков
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер  _____ канд. техн. наук, профессор В.Н. Катаргин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия
13.06.2020

Красноярск 2020