

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Транспорт

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«___» _____ 2022г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей марки
ТОУОТА в г. Красноярске

Руководитель _____ кандидат техн. наук, доцент С.В. Мальчиков

Выпускник _____ А.С. Мельков

Красноярск 2022

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Транспорт

ОТЗЫВ

**Руководителя на выпускную квалификационную работу
бакалавра в форме бакалаврской работы**
студента группы ЗФТ17-06Б Мелькова Александра Сергеевича

По теме: Совершенствование технологии кузовного ремонта
автомобилей марки TOYOTA в г. Красноярске.

Актуальность проведенной работы обусловлена необходимостью технического совершенствования производственно-технической базы предприятий автомобильного сервиса. На современном этапе развития транспортного комплекса в России возникает необходимость создания и внедрения передовых технологий, повышения качества работ по обслуживанию и ремонту автомобилей.

Новизна работы характеризуется разработкой системы модернизации технологического оборудования для оптимизации ремонтно-диагностических работ. Внедрение в практическую работу предприятий автомобильного сервиса разработанного модернизированного технологического оборудования приведет к улучшению эксплуатационных свойств покрасочной камеры, повышению производительности малярного участка, обеспечит качественную и чистую покраску автомобилей, снизит временные затраты на покраску автомобиля, обеспечит рациональное использование производственных площадей, и таким образом, повысит экономическую целесообразность проводимых работ.

Оценка содержания и хода выполнения ВКР: в процессе выполнения работы выпускником были решены поставленные перед ним задачи:

- 1) проанализирован рынок автомобилей Toyota в городе Красноярске;
- 2) изучены неисправности автомобилей Toyota (на примере модели Toyota Highlander);
- 3) на основе проведенного анализа осуществлено проектирование станции технического обслуживания автомобилей;
- 4) определено актуальное оборудование для проведения ремонтно-диагностических работ;

5) разработаны системы модернизации технологического оборудования для оптимизации ремонтно-диагностических работ.

В ходе работы над выпускной квалификационной работой выпускник систематически посещал консультации, четко и своевременно выполнял поставленные задачи в соответствии с планом выполнения работы, своевременно реагировал на указанные замечания и вносил в них соответствующие поправки.

Положительные стороны ВКР: в настоящей выпускной квалификационной работе выбраны актуальные цель и задачи исследования, которые были рассмотрены с использованием основных методик технологического анализа. План выполнения работы полностью соответствует её содержанию, помещенные в заключение выводы по результатам выполненной работы вполне обоснованы и имеют определенную практическую значимость.

Выпускная квалификационная работа Мелькова А.С. соответствует всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам, и может быть рекомендована к защите с хорошей оценкой.

Руководитель: _____ кандидат техн. наук, доцент С.В. Мальчиков

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Транспорт

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Е.С. Воеводин

« ___ » _____ 2022г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Красноярск 2022

Студенту _____ Мелькову Александру Сергеевичу _____

Группа _____ ЗФТ17-06Б _____ Направление (специальность) _____ 23.03.03 _____

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

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

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР: С.В. Мальчиков, кандидат техн. наук, доцент, кафедра «Транспорт» ПИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Автомобили Toyota, данные по продажам легковых автомобилей, численность населения, список основных неисправностей, годовое количество условно комплексно обслуживаемых на СТО автомобилей, среднегодовой пробег автомобиля, действующие образцы оборудования и их технические характеристики

Перечень разделов ВКР:

1. Маркетинговое исследование;
2. Основные неисправности автомобилей Toyota Highlander;
3. Технологическое проектирование (Малярный участок);
4. Выбор совершенствуемого оборудования;
5. Совершенствование технологического оборудования

Перечень графического материала:

Лист 1 – Обоснование спроса на услуги автосервиса в районе проектируемой СТО;

Лист 2 – Варианты планировочных решений малярного участка

Лист 3 – Малярный участок СТОА

Лист 4 – Усовершенствованный пост подготовки под окрасочную камеру

Руководитель ВКР _____ С.В. Мальчиков

Задание принял к исполнению _____ А.С. Мельков

« ____ » _____ 2022г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1 МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	6
1.1 Анализ рынка автомобилей Toyota в городе Красноярске	6
1.1.1 Структура модельного ряда автомобилей Toyota	6
1.1.2 Количество проданных автомобилей Toyota в период с 2011 2020 года включительно	10
1.2 Обоснование спроса на услуги автосервиса в районе проектируемой станции технического обслуживания	12
1.2.1 Определение основных показателей, характеризующих потребность региона в услугах автосервиса	12
1.2.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе	18
1.2.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе	20
1.2.6 Результаты обоснования спроса на услуги СТО в рассматриваемом регионе	23
2. СБОР ИНФОРМАЦИИ О НЕИСПРАВНОСТЯХ АВТОМОБИЛЯ TOYOTA HIGHLANDER	24
2.1 Информация о Toyota Highlander	24
2.2 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander первого поколения.....	27
2.3 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander второго поколения.....	28
2.4 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander третьего и четвертого поколения.....	28
2.5 Вывод о произведенном анализе	29
3 РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	29
3.1 Исходные данные	29
3.2 Расчет годового объема работ	30
3.3 Годовой объем вспомогательных работ.....	34
3.4 Расчет числа производственных рабочих	35
3.5 Расчет числа постов и автомобиле - мест	38
3.6 Расчет площадей производственных помещений.....	44

3.6.1 Расчет площадей зон ТО и ТР.....	44
3.6.2 Расчет площадей производственных участков	45
3.6.3 Расчет площадей складов.....	46
3.6.4 Расчет площадей технических помещений.....	47
3.6.5 Расчет площадей административно-бытовых помещений.....	48
3.6.6 Расчет площади зон хранения (стоянок) автомобилей.....	49
3.6.7 Расчет площади генерального плана	50
3.7. Виды выполняемых работ и организация технологического процесса	50
3.7.1 Виды работ выполняемых на малярном участке	50
3.7.2 Варианты планировочных решений	51
3.8 Расчет ресурсов	54
3.8.1 Расчет минимальной мощности отопительной системы.....	54
3.8.2 Потребность в технологической энергии.....	55
3.8.3 Годовой расход электроэнергии для освещения.....	56
3.8.4 Годовой расчет воздуха.....	57
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ	58
4.1 Цель выбора оборудования.....	58
4.2 Требования к выбираемому оборудованию	58
4.3 Выбор оборудования для совершенствования.....	58
4.3.1 Исследование действующих рыночных прототипов.....	58
4.3.2 Расчет нормативной численности рабочих	60
4.3.3 Расчет фонда оплаты труда.....	61
4.3.4 Расчет общехозяйственных расходов.....	62
4.3.5 Расчет чистой прибыли	64
4.3.6 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества стенда при полной загрузке поста.....	65
5 АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ.	69
5.1 Анализ технических решений.....	69
5.2 Разработка образца оборудования.....	73
5.3. Расчет центрально-сжатых элементов	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	80

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт является важнейшей составной частью транспортной системы Российской Федерации. Именно автомобильным транспортом осуществляется самое большое количество перевозок в нашей стране. Он играет важную роль в социально-экономическом развитии страны, обеспечивая удовлетворение транспортных потребностей населения и экономики, создавая необходимые коммуникационные условия для обеспечения ее территориальной целостности и единства экономического пространства.

Однако на современном этапе развития производственно-технической базы эксплуатационных, автотранспортных и автосервисных предприятий, станций диагностики и испытательных центров в России произошло накопление ряда методологических проблем. Основными **проблемами** производственно-технической базы автотранспортных предприятий в России являются: недостаточная оснащенность и техническая отсталость производственно-технической базы, необходимость повышения качества выполняемых работ ТО и ТР; увеличение часов работы в наиболее загруженные дни, организация кратковременного ремонта; недостаточный уровень безопасности при эксплуатации оборудования.

Поскольку уровень применяемого оборудования оказывает непосредственное влияние на основные показатели деятельности предприятий, то не подлежит сомнению необходимость разработки нового оборудования и усовершенствования уже применяемых технических средств. Именно от качества применяемых технических средств зависят такие показатели деятельности автосервисного предприятия, как производительность и качество ТО и Р, себестоимость производимых работ, условия труда персонала, ресурсосбережение, защита окружающей среды и безопасность. Высокий уровень вышеуказанных показателей ведет к повышению экономической целесообразности работы предприятия, значительному повышению качества производимых работ, повышению производительности труда, формированию у сотрудников мотивации к труду в современных и безопасных условиях работы.

Таким образом, **актуальность** настоящей работы обусловлена необходимостью создания и внедрения передовой техники и технологии, улучшения условий труда и быта персонала, повышения его квалификации и заинтересованности в результатах труда, укрепления материально-технической и ремонтной базы, повышения уровня комплексной механизации диагностических, ремонтных, в частности, покрасочных работ.

Цель данной работы – разработка способов совершенствования технологии сервисного обслуживания автомобилей (на примере автомобилей марки Toyota). Для достижения цели обозначен ряд требующих решения **задач**:

проанализировать рынок автомобилей Toyota в городе Красноярске;
изучить неисправности автомобилей Toyota (на примере модели Toyota Highlander);

на основе проведенного анализа осуществить проектирование станции технического обслуживания автомобилей;

определить актуальное оборудование для проведения ремонтно-диагностических работ;

разработать системы модернизации технологического оборудования для оптимизации ремонтно-диагностических работ.

Методами исследования являются: анализ, синтез, сравнительно-сопоставительный метод, оценка, прогнозирование, расчет, проектирование.

Новизна проделанного исследования характеризуется проведением модернизации технологического оборудования, улучшением эксплуатационных свойств покрасочной камеры, повышением производительности малярного участка, обеспечением качественной и чистой покраски автомобилей, снижением временных затрат на покраску автомобиля, рациональным использованием производственных площадей автосервисного предприятия, повышением экономической целесообразности проводимых работ.

1 Маркетинговое исследование

1.1 Анализ рынка автомобилей Toyota в городе Красноярске

1.1.1 Структура модельного ряда автомобилей Toyota

Структура модельного ряда автомобилей Toyota представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1.1 – Структура модельного ряда автомобилей Toyota

Цена		Краткие характеристики			
Toyota Corolla					
					
Модификация	Стандарт (МКП)	Классик (МКП)	Комфорт (вариатор)	Престиж (вариатор)	Престиж Safety2 (вариатор)
Цена на 2021 год	1 566 000	1 643 000	1 860 000	1 957 000	2 076 000
Toyota Camry					
					
Модификация	Стандарт (МКП)	Стандарт Плюс (2 л)	Классик (МКП) (2 л)	Элеганс Safety (2,5 л)	S-Edition (2,5 л)

Продолжение таблицы 1.1

Цена на 2021 год	1 851 500	1 929 500	2 009 500	2 259 500	2 366 500
Toyota C-HR					
					
Модификация	COOL 1,2Т л Вариатор 4wd	GR Sport2 2 л Вариатор 2wd	HOT3 2 л Вариатор 2wd		
Цена на 2021 год	2 536 500	2 262 500	2 154 500		
Toyota Rav4					
					
Модификация	Стандарт (МКП-6) 2wd	Комфорт 2 л, вариатор 2wd	STYLE1 (4wd, 2,5 л, 8 АКП)	Престиж 2 л, вариатор 4wd	Престиж Safety2 (4wd 2,5 л, 8 АКП)
Цена на 2021 год	2 049 500	2 307 500	2 718 500	2 608 500	2 977 500

Продолжение таблицы 1.1

Toyota Highlander				
				
Модификация	Престиж 3,5 л бензин Коробка передач 8 АКП		Люкс Safety1 3,5 л бензин Коробка передач 8 АКП	
Цена на 2021 год	3 989 000		4 592 000	
Toyota Fortuner				
				
Модификация	Стандарт 4 wd 2,7 л. Бензин. 5 МКП	Комфорт 4 wd 2,7 л. Бензин. 6 АКП	Элегантс 6 АКП 4wd дизельный двигатель	Престиж 6 АКП 4wd дизельный двигатель
Цена на 2021 год	2 746 000	3 134 000	3 412 500	3 686 500
Toyota Land Cruiser Prado				
				

Продолжение таблицы 1.1

Модификация	Стандарт (МКП 5, 2,7 л бензинов ый	Классик 2,7 л бензино вый 6 АКП (5МКП)	Комфорт 2,8 л дизельн ый 6АКП	Элеганс л дизельны й 6АКП	Элеганс Плюс 4,0 л бензинов ый 6АКП	70-th Anniversar y 5 4,0 л бензиновы й 6АКП	Black Onyx 1 (5 мест) В4,0 л бензино вый 6АКП	Black Onyx 1 (7 мест) 4,0 л бензин овый 6АКП
Цена на 2021 год	3 021 000	3 295 000 (5МКП) 3 386 000 (6АКП)	4 069 000	4 427 000	4 510 000 (4,0 бензин) 4 536 000 (2,8 дизель)	4 773 000 (4,0 бензин) 4 799 000 (2,8 дизель)	5 259 000 (4,0 бензин) 5 285 000 (2,8 дизель)	5 330 000 (4,0 бензин) 5 356 000 (2,8 дизель)

Toyota Land Cruiser 200



Модификация	Элеганс	Престиж	Люкс Safety1 (5 мест)	Люкс Safety1 (7 мест)	TRD2	Executive Lounge3
Цена на 2021 год	5 465 000 (бензин) 5 645 000 (дизель)	5 779 000 (бензин) 5 950 000 (дизель)	6 082 000 (бензин) 6 236 000 (дизель)	6 062 000 (бензин) 6 244 000 (дизель)	6 459 000 (бензин) 6 620 000 (дизель)	6 599 000 (бензин) 6 750 000 (дизель)

Toyota Hilux



Окончание таблицы 1.1

Модификация	Стандарт 2,7 бензин (МКП-5) 4wd	Стандарт дизель 2,4 л, 6 МКП	Комфорт дизель 2,4 л, 6 МКП	Комфорт дизель 2,8 л, 6 АКП	Black Onyx1
Цена на 2021 год	2 703 000	2 761 000	2 919 000	3 219 000	3 509 000
Toyota Alphard					
					
Модификация	Люкс бензин 3,5		Executive Lounge бензин 3,5		
Цена на 2021 год	5 882 000		5 965 000		
Toyota Hiace					
					
Модификация	Стандарт 6 АКП дизельный двигатель 2,7	Элеганс 6 АКП дизельный двигатель 2,7	Престиж Safety16 АКП дизельный двигатель 2,7		
Цена на 2021 год	3 515 000	4 247 000	4 445 000		

1.1.2 Количество проданных автомобилей Toyota в период с 2011 2020 года включительно

Количество проданных автомобилей в России за 10 лет по статистике АЕВ представлены в таблице 2.

Таблица 1.2 – Количество проданных автомобилей Toyota за период 10 лет

	Год									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Количество автомобилей в России, а/м, шт.	119505	153047	154812	161954	98149	94564	94238	108492	103597	91598
Количество автомобилей в Красноярском крае, а/м, шт.	2354	3015	3050	3206	1904	1843	1837	2115	2020	1786
Численность населения Красноярского края, тыс. чел.	2828	2838	2846	2853	2859	2866	2875	2846	2874	2867
Насыщенность, авт./1000 жит.	0,832	1,062	1,071	1,123	0,665	0,643	0,638	0,743	0,702	0,622
Насыщенность в процессе увеличения	0,832	1,894	2,965	4,088	4,753	5,396	6,034	6,777	7,479	8,101

Динамика продаж автомобилей Toyota в России и Красноярском крае представлена на рисунках 1.1 и 1.2.

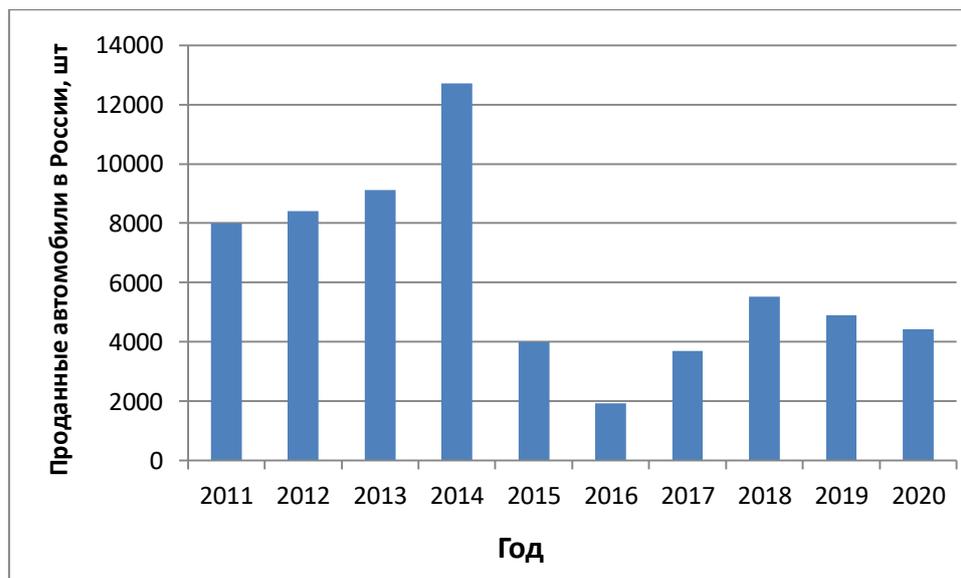


Рисунок 1.1 – Количество проданных автомобилей Toyota в России за период 10 лет

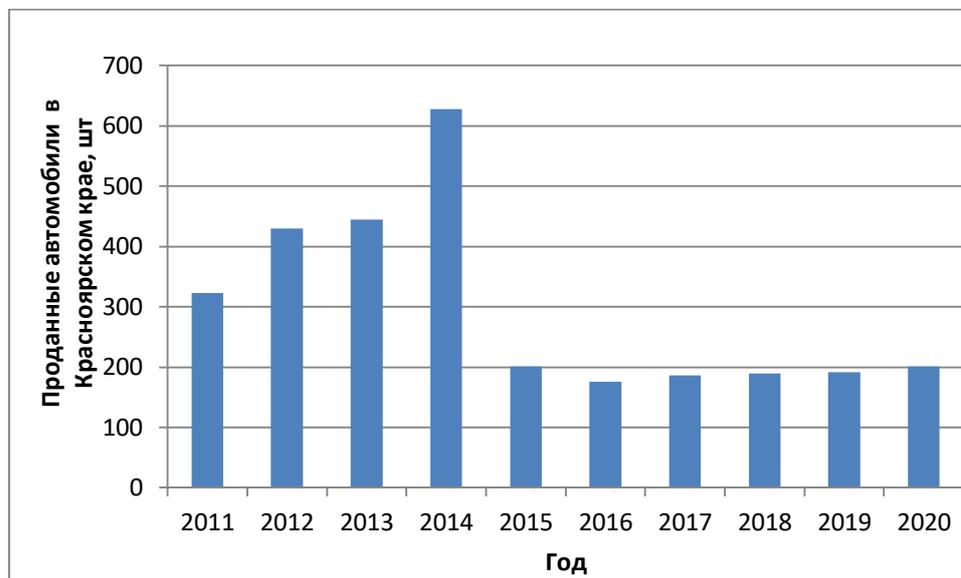


Рисунок 1.2 – Количество проданных автомобилей Toyota в Красноярском Крае за период 10 лет

Исходя из рисунка 1.2, можно сделать вывод, что насыщенность населения России автомобилями марки Toyota растет в период с 2011 по 2014 год, в 2015 году прослеживается резкое снижение насыщенности. Насыщенность населения Красноярского края автомобилями данной марки относительно пиковой точки падает в период с 2015 по 2020 год, особый упадок прослеживается в 2016 году, вероятно, это напрямую связано с локдауном в нашей стране.

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

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} , $j = (\overline{1,J})$;

Для определения насыщенности жителей легковыми автомобилями на перспективном периоде, составим логарифмическую диаграмму, представленную на рисунке 1.3.

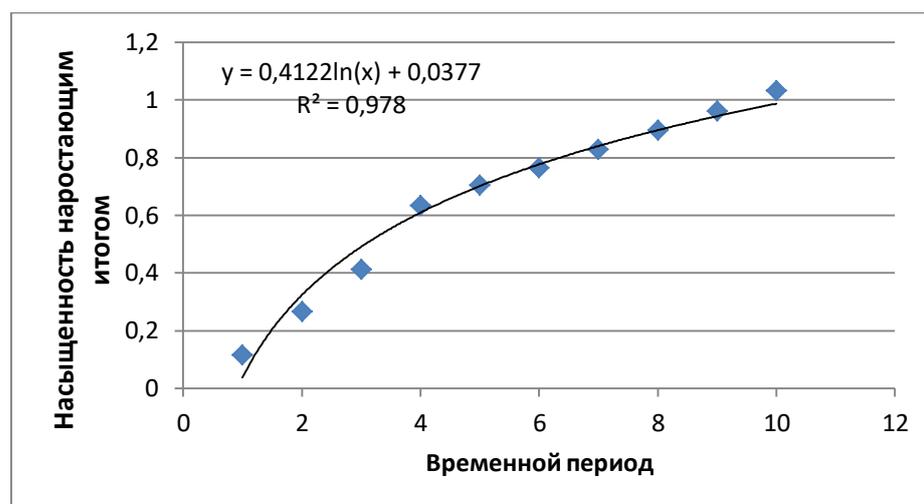


Рисунок 1.3- Насыщенность жителей легковыми автомобилями на перспективном периоде

Исходя из полученной диаграммы, насыщенность на перспективном периоде принимаем равной 1,3.

Исходные данные для определения основных показателей приведены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Исходные данные для определения основных показателей

Временной период	Численность жит. региона, чел	Насыщенность легковыми автомобилями, авт./1000 жит.	Доля владельце в польз. услугами СТО	Средняя наработка на один автомобиле-заезд	Вероятностное распределение обслуживаемых на СТО авт.
				Toyota	Toyota
Текущий	2 866 255	8,101	0,8	9,399	1
Перспект.	2888144	1,903	0,8	7,870	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 ($i = 1$):

$$N_1 = \frac{2\,866\,255 \cdot 8,101}{1000} = 23219,5 \text{ (авт.)}$$

Для перспективного периода ($i=2$):

$$N_2 = \frac{2888144 \cdot 1,903}{1000} = 5496,1 \text{ (авт.)}$$

При расчете динамики изменения количества легковых автомобилей в регионе или насыщенности ими населения региона $t_i = m$ должен составлять не менее 4–7 лет.

Динамика изменения насыщенности населения города автомобилями на ретроспективном периоде представлена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Динамика изменения насыщенности

№ п.п.	Годы T_i	Насыщенность авт./1000 жителей
1	2016	5,396
2	2017	6,034
3	2018	6,777
4	2019	7,479
5 (текущий период)	2020	8,101

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

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

Зависимость насыщенности от времени можно выразить дифференциальным уравнением вида:

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

где t – время;

n – насыщенность автомобилями;

n_{max} – предельное значение насыщенности;

q – коэффициент пропорциональности.

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

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

$$q = 0,016$$

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.

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

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

Результаты расчета n_t представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Изменение и прирост насыщенности населения легковыми автомобилями на ретроспективном периоде.

№ п.п.	Годы, t_i	Насыщенность, n_t	Прирост насыщенности, Δn_t
1	0	5,396	0
2	1	6,034	0,638
3	2	6,777	0,743
4	3	7,479	0,702
5	4 = m	8,101	0,622

В данной таблице, прирост насыщенности Δn_t равен:

$$\Delta n_t = n_{ti} - n_{t(i-1)}, \quad (1.5)$$

Расчет коэффициента пропорциональности q : для $n_{max} = n_2 = 13$;

$n_m = n_1 = 8,101$, q равно:

$$q = - \frac{((6,034 - 5,396) \cdot 6,034^2 + (6,777 - 6,034) \cdot 6,777^2 + (7,479 - 6,777) \cdot 7,479^2 + (8,101 - 7,479) \cdot 8,101^2) - 13 \cdot ((6,034 - 5,396) \cdot 6,034 + (6,777 - 6,034) \cdot 6,777 + (7,479 - 6,777) \cdot 7,479 + (8,101 - 7,479) \cdot 8,101)}{13^2(6,034^2 + 6,777^2 + 7,479^2 + 8,101^2) - 2 \cdot 13 \cdot (6,034^3 + 6,777^3 + 7,479^3 + 8,101^3) + 13^3 \cdot 8,101}$$

$$\frac{+(7,479 - 6,777) \cdot 7,479 + (8,101 - 7,479) \cdot 8,101}{+(6,034^4 + 6,777^4 + 7,479^4 + 8,101^4)} = 0,016$$

Для окончательного расчета зависимости изменения насыщенности населения автомобилями от времени, подставляем данные в формулу (1.4) и заносим результат в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Результаты расчета перспективного периода n_t

Годы t_i	$t_i = T_i - 2016$	n_t , авт./1000 жителей
5		8,71
6		9,29
7		9,82
8		10,29
9		10,71
10		11,07

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 $n < n_{max} = n_2$:

$$t_L = m - \frac{\ln\left[\left(\frac{n_{max} n_m}{n_t} - n_m\right) / (n_{max} - n_m)\right]}{q \cdot n_{max}}, \quad (1.6)$$

$$t_L = 4 - \frac{\ln\left[\left(\frac{13 \cdot 8,101}{13} - 8,101\right) / (13 - 8,101)\right]}{0,016 \cdot 13} = 13,9$$

Графическая иллюстрация прогноза насыщенности населения Красноярска автомобилями Toyota представлена на рисунке 1.4.

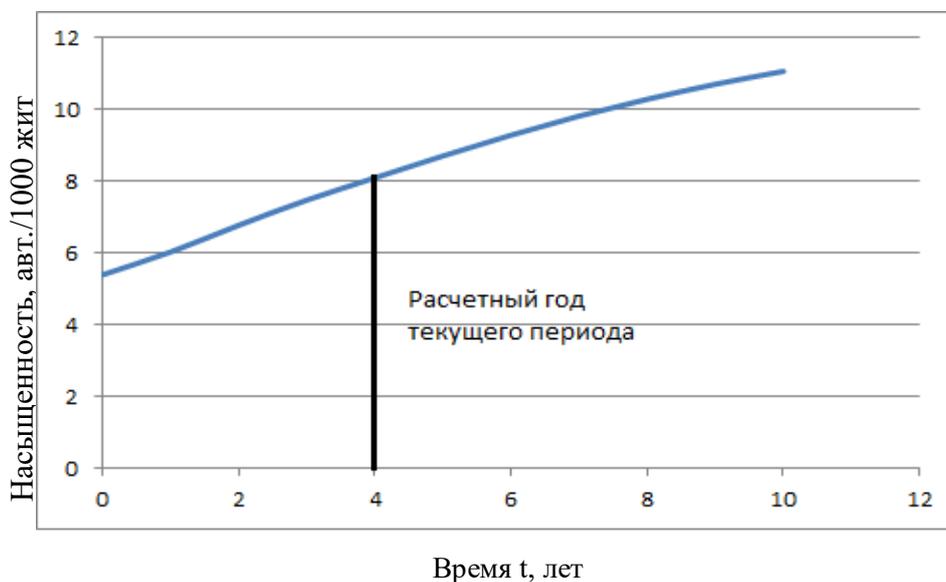


Рисунок 1.4 – Графическая иллюстрация прогноза насыщенности города Красноярска автомобилями

Таким образом, заданная (перспективная) предельная насыщенность населения автомобилями $n_{max} = 13$ авт./1000 жит. может быть достигнута через 14 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 1.7.

Таблица 1.7 – 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 $N_{\Gamma i}$

Окончание таблицы 1.7

Текущий (1)	23220	18,7	12	28947
Перспективный (2)	37546	18,7	14	45135

1.2.2 Оценка спроса на услуги автосервиса в регионе

Общие принципы оценки спроса на услуги

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

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

- фактическое годовое количество обращений на СТО, M_K ;
- процент удовлетворения спроса, W_K

В тоже время необходимо проведение экспертной оценки действующих СТО, с точки зрения их ближайших перспектив развития на временном лаге равном $t_L = 2...3$ 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 1.8.

Таблица 1.8 – 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	5	6	7	
1	28947	90	1,28	1,31	1,37	1,57	100

Оценка удовлетворённого и неудовлетворённого спроса производится на основе данных таблицы 1.8.

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, %.

$$M_{y1} = \frac{28947 \cdot 90}{100} = 26052$$

Неудовлетворенный спрос по k -ой СТО:

$$M_{ну} = M - M_y, \quad (1.12)$$

$$M_{ну} = 28947 - 26052 = 2895$$

Результат оценки удовлетворённого спроса на услуги автосервиса приведён в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Оценка удовлетворенного спроса на услуги автосервиса

Номер СТО $k = (1, k)$	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса W_k , %	Удовлетворенный спрос
			Всего $M_{ук}$
1	28947	90	26052

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 $t = m = 4$ ($T = 2020$ г.) составляет 34737 обращений;

- при этом величина неудовлетворённого спроса составляет 2895, т.к. основная часть автомобилей данной марки обслуживаются у официального дилера;

- всего, на перспективу, на момент времени $t = 7$ лет прогноз спроса составит 45135 обращений в год;

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

1.2.3 Прогнозирование динамики изменения спроса на услуги автосервиса в регионе

Годовой спрос клиентуры:

$$M' = M - N_{\Gamma i=1} \quad (1.13)$$

$$M' = 45135 - 28947 = 16188 \text{ (заездов)}$$

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

$$M_{\Pi} = N_{\Gamma i=2} + M' \cdot \frac{N_{\Gamma i=2}}{N_{\Gamma i=1}} \quad (1.14)$$

$$M_{\Pi} = 45135 + 16188 \cdot \frac{45135}{28947} = 70375 \text{ (заездов)},$$

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

$$\varphi = - \frac{\sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t^2) - M_{\Pi} \sum_{t=1}^m (\Delta y_t y_t^2)}{M_{\Pi}^2 \sum_{t=1}^m y_t^2 - 2M_{\Pi} \sum_{t=1}^m y_t^3 + \sum_{t=1}^m y_t^4} \quad (1.15)$$

и

$$y_t = \frac{M_{\Pi} M}{M + (M_{\Pi} - M) \cdot \exp[-\varphi M_{\Pi} (t - m)]} \quad (1.16)$$

В выражении (19) 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.:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t(i-1)} \quad (1.17)$$

1.2.4 Оценка изменения спроса на услуги для СТО региона

Исходные данные:

- Спрос на текущий момент времени $M = 34,737$ тыс.обращений в год;
- Прогноз максимального перспективного спроса через $t = 14$ лет $M_{\Pi} = 70,375$ тыс.обращений в год;

Результаты расчёта:

Оценка коэффициента пропорциональности φ :

$$\varphi = - \frac{(2,34 * 21,511^2) + (2,4 * 23,916^2) + (2,74 * 26,653^2) + (2,25 * 28,9^2) - 70,375^2 * (21,511^2 + 23,916^2 + 26,653^2 + 28,9^2) - 2 * (-70,375 * (2,34 * 21,511 + 2,4 * 23,916 + 2,74 * 26,653 + 2,25 * 28,9))}{70,375^2 * (21,511^3 + 23,916^3 + 26,653^3 + 28,9^3) + (21,511^4 + 23,916^4 + 26,653^4 + 28,9^4)} = 0,002$$

Таблица 1.10 – Изменение и прирост спроса на услуги по ТО и Р автомобилей на СТО региона

№ п.п.	Годы T_i	Годы t_i , $t_i = T_i - 2016$ (лет)	Спрос y_t (тыс.обращений в год)	Прирост спроса Δy_t (тыс.обращений в год)
1	2016	0	19,176	0
2	2017	1	21,511	2,34
3	2018	2	23,916	2,4
4	2019	3	26,653	2,74
5	2020	4 = m	28,9	2,25

Прогнозная оценка динамики изменения спроса на услуги в регионе на временном лаге, соответствующем окончанию строительства и запуска СТО. Подставляем данные в формулу (1.16) и производим расчет прогнозного изменения спроса. Полученные данные заносим в таблицу 1.11

Таблица 1.11 – Результаты расчета y_t

Годы t_i $t_i = T_i - 2016$	y_t , тыс. обращений в год
5	31,37
6	33,83
7	36,3
8	38,77
9	41,2
10	43,57
11	45,87
12	48,06
13	50,15
14	52,12

1.2.5 Прогнозируемый спрос на услуги автосервиса

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

$$N_{C_k}^B = M_{ук} \alpha_{C_k}, \quad (1.18)$$

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

$$N_{C_k}^B = 26052 \cdot 1,28 = 33346 \text{ (обращений)}$$

Среднее значение прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\bar{N}_K^B = \frac{\sum_{C_k=1}^{G_k} N_{C_k}^B}{G_k}, \quad (1.19)$$

где G_k - количество экспертов k -й СТО.

$$\bar{N}_K^B = \frac{33346,56 + 34128,12 + 35691,24 + 40901,64}{4} = 36017 \text{ (заездов)}$$

Среднее значение спроса, приходящегося на 1 СТО рассматриваемого региона:

$$\bar{N}_K^B = \frac{\sum_{K=1}^K N_K^B}{K}, \quad (1.20)$$

$$\bar{N}_K^B = \frac{36017}{4} \approx 9004 \text{ (заезда)}$$

Среднеквадратичное отклонение среднего прогнозируемого спроса по действующим СТО:

$$\sigma(\bar{N}^B) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^K (\bar{N}_k^B - \bar{N}^B)^2}{K - 1}} \quad (1.21)$$

$$\sigma(\bar{N}^B) = \sqrt{\frac{(36017 - 9004)^2}{4 - 1}} = 15596(\text{обращений})$$

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

$$M_B = \bar{N}^B K \quad (1.22)$$

$$M_B = 36017 \cdot 4 = 144068(\text{обращений})$$

Полные результаты расчёта представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Оценка спроса на услуги СТО на перспективу

№ СТО	M _{ук}	Спрос, прогнозируемый экспертами N _{Ск} ^B				Среднее значение прогнозируемого спроса по СТО N _к ^B
		Номер экспертов, C _К = (1, G _к)				
		1	2	3	4	
1	2605 2	33346	34128	35691	40901	36017

Возможный прогнозируемый удовлетворенный спрос на услуги по существующей СТО составит 36017 обращений в год.

1.2.6 Результаты обоснования спроса на услуги СТО в рассматриваемом регионе

Результаты проведенного маркетингового анализа позволяют сделать следующие выводы:

1) прогноз потребности в услугах на СТО региона показывает, что к 2027 году значение прогнозируемого спроса составит 36017 обращений в год;

2) таким образом, вышеотмеченные показатели указывают на целесообразность строительства новой СТО в рассматриваемом регионе.

2. Сбор информации о неисправностях автомобиля Toyota Highlander

2.1 Информация о Toyota Highlander

Анализ маркетингового исследования показал, что потребность в услугах СТО имеет значительный спрос ежегодно. Так же необходимо понимать, какие неисправности необходимо устранять на станциях технического обслуживания автомобилей. Поскольку ассортимент автомобилей на рынке весьма широкий, проведем анализ сбоев в работе автотранспортных средств на примере автомобиля

Toyota Highlander решили построить на одной «платформе», что и модель Toyota Camry. Дебютное семейство с внутризаводским номером XU20, японцы показали во время автомобильной выставки в Нью-Йорке в апреле 2000-го года. Далее компания поэтапно обновляла свой кроссовер 3 раза – в 2001, 2003 и 2005 г.



Рисунок 2.1 - Toyota Highlander 1 поколения (XU20), 2000–2007

Toyota Highlander 2 поколения (XU40) представили во время автомобильного шоу в Чикаго в 2007 году. Немного улучшили модель благодаря плановому рестайлингу в 2010-м. Третье семейство (XU50) показали в 2013 году. Оно стало длиннее, шире и имело 8 посадочных мест.



Рисунок 2.2 - Toyota Highlander 2 поколение (XU40), 2008–2013

После 2016-го года японская компания начала производить обновленную Toyota Highlander III.



Рисунок 2.3 - Toyota Highlander III

Последнее же 4 поколение Toyota Highlander показали во время международного салона в Нью-Йорке 17 апреля 2019-го года под заводской маркировкой XU70. Новинка была создана на базе TNGA-K. Позже машину японцы вновь обновили, выпустив спортивную версию Toyota Highlander 2021 (XSE).



Рисунок 2.4 - Toyota Highlander 2021 (XSE).

Toyota Highlander 2020 смог сохранить свой привычный форм-фактор – это до сих пор удобная и безопасная семейная модель, выделяющаяся хорошей проходимостью и 3 рядами кресел. Новинка приобрела характерную особенность экстерьера – доминирование элементов агрессивного стиля. Конструкторы совместили в одной разработке инновационные стандарты надежности, элегантности, дорожного комфорта и эксплуатационной безопасности. «Японец» стал крупнее и теперь оснащается принципиально новыми основными деталями, куда можно отнести оптику, воздухозаборники и так далее.

Для российского рынка кроссовер Toyota Highlander 4 поступает лишь с единственным мотором. Подкапотное пространство машины оснащено V-образной 6-цилиндровой атмосферной 3.5-литровой силовой установкой, которой достался комбинированный впрыск топлива, 60-градусный угол развала блока, впускной коллектор переменной длины и фазовращатели на впуске и выпуске (Dual VVT-i). Все это позволяет генерировать двигателю Toyota Highlander 249 лошадиные силы (356 Нм). Вообще этот мотор развивает 299 «лошадей», однако специально для России его отдачу снизили.

Таблица 2.1 – Технические характеристики двигателей Toyota Highlander

Двигатель	2GR-FKS
Тип	Бензиновый
Система впрыска топлива	Система комбинированного впрыска D-4S
Рабочий объём:	3456 см ³
Крутящий момент. Мощность	356/4700-4700 Нм при об/мин 249 л.с.
Число и тип расположения цилиндров	6, V-образное

Так как отказ в работе автомобиля – величина случайная, её спрогнозировать её невозможно. Особенно, когда речь идет о конкретной модели автомобиля. Поэтому анализ будем проводить исходя из аналитического сбора данных и статистик, ссылаясь на основные запросы пользователей автомобиля Toyota Highlander по неисправностям различных узлов

2.2 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander первого поколения.

1. Отказывает регулятор температуры или скорости обдува кондиционера;
2. Слабые горизонтальные сайлентблоки переднего рычага;
3. Гул насоса гидроусилителя;
4. Крестовина на кардане, суппорта. Последнее устройство необходимо один раз в год разбирать, очищать от ржавчины и смазывать специальным средством
5. Проблемы с кузовом возникают в основном у возрастных машин. Слабым местом являются пороги, двери багажника и передние стойки. На этих участках происходит локальное вспучивание краски, что портит внешний вид транспортного средства. На капоте и бампере сколы и царапины. Так же возможные ДТП.
6. Подвеска — слабое место Toyota Highlander. Первые неприятности с ней возникают уже после 70 тыс. км пробега авто. Проявляются они в виде протечки амортизатора. После 50 тыс. км выходят из строя ступичные подшипники. Главными признаками поломки станут неприятный гул и слегка ощутимая вибрация органов управления, который появляться на скорости 50-85 км/ч. В таком случае необходима замена деталей. Уязвимое место у авто втулки стабилизатора. Поломка возникает при 40 тысячах км. Как только машина едет по неровной поверхности, слышны стуки.
7. Двигатель – не самая слабая сторона транспортного средства, способен проехать более 300 тысяч км. Сложности с ним возникают после длительной эксплуатации. Происходит это, в основном, по вине владельца. Если он экономит на моторном масле и не своевременно проводит его замену. Производитель машины рекомендует каждые 10 тыс. км заливать новую смазочную жидкость. В противном случае выйдет из строя система сдвига фаз газораспределения. Мотор на холодную стучит и на холостых работает неровно.
8. Трансмиссия отличается надежностью и длительным сроком службы. Первые недочеты возникают не раньше 300 тысяч км. изнашиваются такие ее составляющие, как: гидротрансформатор, фрикционы, втулка насоса, планетарный ряд, задняя крышка.

2.3 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander второго поколения.

1. Рулевое управление. На поворотах устройство издает посторонний звук. Причем неважно новая машина или с пробегом. Данный недостаток проявляется у всех. Причина его в люфте шлицевого соединения промежуточного рулевого вала. Избавиться от недуга можно только путем замены данного узла. На руле нет нулевой зоны;
2. В тормозной системе уязвимы тормозные диски. Выходят из строя они при 40-60 тысячах км: закисают и подклинивают. Чтобы этого не допустить, необходимо регулярно смазывать суппорта;
3. Недочеты есть и у трансмиссии. Возникают они часто по вине владельцев транспортного средства. Чтобы автоматическая коробка передач работала хорошо, важно следить за состоянием масла в ней и регулярно его менять.
4. Нареканий на двигатель практически нет. Для него характерен высокий показатель надежности и длительный срок службы. Проблемы эксплуатации встречаются в основном у силовых установок, объемом 2,7 литра. Проявляются они при холодном запуске в виде нехарактерных колебаний, которые распространяются по кузову. Специалисты это явление не относят к поломкам, а называют особенностью мотора.
5. Привод ГРМ у двигателя 2,7 л. надежнее, чем у 3,5 литрового, который требует замены каждые 100 тысяч км. В ходе этой процедуры уместно установить и новую помпу на систему охлаждения.
6. Проблемы возникают с заменой свечей на задних цилиндрах двигателей V6.

2.4 Анализ основных неисправностей Toyota Highlander третьего и четвертого поколения.

Серьезные изменения произошли в четвертой модификации во многом благодаря смене платформы на TNGA-K. Тележка, которую используют при создании новых поколений Avalon, Camry, хорошо себя зарекомендовала.

База конструктивно предполагает повышение доли особо прочной стали. Обновленный кузов и ходовая обеспечивают удобство и защиту пассажиров. Работа подвески после расширенной настройки стала предельно мягкой и плавной.

Новая «Toyota Highlander» 2019 Для России анонсирована модификация с бензиновым движком, объемом 3,5 л, идущим вместе с передовой 8-диапазонной АКПП или 6-ступенчатой автоматической коробкой передач.

В сравнении с третьим рестайлингом, новый «Хайлендер» существенно изменился, особенно обновилась геометрия кузова. Toyota Highlander 2019 New Model в результате рестайлинга существенно повысил потребительские качества, но остался в первую очередь семейным автомобилем.

2.5 Вывод о произведенном анализе

Для наглядного примера, поместим все основные неисправности автомобиля Toyota Highlander в сводную таблицу 2.2, учитывая отказы и пробег.

Таблица 2.2 – Свод основных неисправностей автомобиля Toyota Highlander на различных пробегах.

Узел неисправности	Приблизительный пробег, тыс. км
Кузов	300
Электрика	200
Двигатель	100-300
Подвеска	50-70
Тормозная система	40-60
АКПП	100-300
Рулевое управление	60-100

Проведя анализ и получив результат о возможных неисправностях можно сделать вывод о том, что Toyota Highlander, за наличием небольших недочетов в виде возникающих отказов, - обладает весьма неплохой конструктивной составляющей. Как уже описывалось, отказ – событие случайное и может быть вызвано различными факторами, от неправильной эксплуатации до элементарного брака. В любом случае, при своевременном обслуживании автомобиля, владелец продлевает его срок службы и снижает риски возникновения опасных ситуаций на дороге во время движения.

3 Расчетно-технологическая часть

3.1 Исходные данные

Количество комплексно обслуживаемых автомобилей, принимаем равным 30% деленным на 2 от данных, полученным при маркетинговом исследовании, т.е.

$$\frac{16188 * 0,3}{2} = 2429$$

Таблица 3.1 – Исходные данные для проектирования

Перечень данных	Значение
Тип СТОА	Городская универсальная
Модель (марка) автомобиля	Toyota Highlander
Количество комплексно обл. авто	2429
Виды выполняемых работ (услуг)	продажа А /м, з/ч
Годовой пробег	18000
Методика расчета	Технологический расчет
Участок для детальной разработки	Участок малярный
Место строительства (расчетная температура зимнего периода)	г. Красноярск (-40 °С)

3.2 Расчет годового объема работ

Перед расчетом годового объема работ необходимо определить ориентировочное число рабочих постов

$$X_{\text{Ориент}}^{\text{РП}} = \frac{N_{\text{СТОА}}}{390 * k_2 * k_3 * k_4} \quad (3.1)$$

$$X_{\text{Ориент}}^{\text{РП}} = \frac{2429}{390 * 0,85 * 0,56 * 0,83} = 15,9 \approx 16$$

где $N_{\text{СТОА}}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей, согласно задания;

k_2 – коэффициент, учитывающий класс обслуживаемых автомобилей на городских СТО, [2], $k_2 = 0,85$

k_3 – коэффициент, учитывающий средний годовой пробег одного автомобиля в год, [2], $k_3 = 0,56$

k_4 – коэффициент, учитывающий климатический район эксплуатации автомобиля, [2], $k_4 = 0,83$

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту, чел. ч

$$T_{\text{ТО-ТР}} = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot L_r \cdot t_{\text{ТО-ТР}}}{1000}, \quad (3.2)$$

$$T_{\text{ТО-ТР}} = \frac{2429 \cdot 18000 \cdot 2,916}{1000} = 53122$$

Где L_r – среднегодовой пробег, км, согласно задания;

$t_{\text{ТО-ТР}}$ – трудоемкость работ ТО и ТР, чел.ч / тыс.км

$$t_{\text{ТО-ТР}} = t^H \cdot k_{\text{РП}} \cdot k_{\text{КР}}, \quad (3.3)$$

$$t_{\text{ТО-ТР}} = 2,7 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 2,916$$

Где t^H – нормативная удельная трудоемкость для эталонных условий, чел.ч / тыс.км, [2], $t^H = 2,3$

$k_{\text{РП}}$ – корректирующий коэффициент ТО и ТР в зависимости от числа рабочих постов на СТОА, [2], $k_{\text{РП}} = 0,9$

$k_{\text{КР}}$ – корректирующий коэффициент ТО и ТР в зависимости от климатических условий, [2], $k_{\text{КР}} = 1,2$

Годовой объем уборочно-моечных работ (УМР) определяется из числа обязательных заездов автомобиля в течении года, [прил. 3, табл. 3], $d_{\text{ТО-ТР}} = 2$. и как отдельный вид услуги, $d_{\text{УМР}} = 5$

$$T_{\text{УМР}} = (N_{\text{зУМР}}^{\text{ТО,ТР}} + N_{\text{зУМР}}^{\text{КОМ}}) \cdot t_{\text{УМР}} \quad (3.4)$$

$$T_{\text{УМР}} = (4858 + 43722) \cdot 0,5 = 24290$$

Где $N_{\text{зУМР}}^{\text{ТО,ТР}}$ – число заездов на УМР на СТОА за 1 год связанные с выполнением ТО и ТР;

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

$t_{\text{УМР}}$ – средняя трудоемкость УМР, $t_{\text{УМР}} = 0,50$.

$$N_{\text{зУМР}}^{\text{ТО,ТР}} = N_{\text{СТОА}} \cdot d_{\text{ТО-ТР}}, \quad (3.5)$$

$$N_{\text{зУМР}}^{\text{ТО,ТР}} = 2429 \cdot 2 = 4858$$

Где $N_{СТОА}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей, 1 год;

$d_{ТО-ТР}$ – число заездов автомобиля в течении года, [прил. 3, табл. 3],
 $d_{ТО-ТР} = 2$.

$$N_{зумр}^{ком} = \frac{N_{стоа} * L_{г}}{L_{з}} \quad (3.6)$$
$$N_{зумр}^{ком} = \frac{2429 * 18000}{1000} = 43722$$

Учитывая расположение СТОА принимаем число заездов на коммерческую мойку, как на отдельную самостоятельную услугу за год в размере 5% от числа комплексно обслуживающих автомобилей.

Число заездов на УМР в час определяется по формуле

$$N_{ч} = \frac{N_{зумр}}{D_{раб.год} * T_{общУМР}} \quad (3.7)$$
$$N_{ч} = \frac{24290}{305 * 12} = 6,63 \approx 7$$

Где $N_{зумр}$ – число заездов автомобилей на УМР в год, заездов;

$D_{раб.год}$ – число рабочих дней в году участка уборочно-моечных работ, дней, [2], $D_{раб.год} = 305$;

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

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-ч в час рекомендуется ручной способ мойки.

Если на СТОА продаются автомобили, то в общем объеме выполняемых работ необходимо предусмотреть работы, связанные с предпродажной подготовкой автомобилей.

Годовой объем работ по предпродажной подготовке определяется числом продаваемых автомобилей в год, которое устанавливается заданием на проектирование, и трудоемкостью их обслуживания, чел.ч:

$$T_{\text{пп}} = N_{\text{п}} * t_{\text{пп}} \quad (3.8)$$

Где $N_{\text{п}}$ – число продаваемых автомобилей, ед.;

$t_{\text{пп}}$ – трудоемкость предпродажной подготовки чел.ч.

$$N_{\text{п}} = 2429 * 0,2 = 486$$

$$T_{\text{пп}} = 486 * 3,5 = 1701$$

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

$$T_{\text{пв}} = N_{\text{стоа}} * d_{\text{то-тр}} * t_{\text{пв}} \quad (3.9)$$

$$T_{\text{пв}} = 2429 * 2 * 0,20 = 972$$

Где $N_{\text{стоа}}$ – число комплексно обслуживаемых автомобилей в год, шт.;

$d_{\text{то-тр}}$ – число заездов автомобилей на ТО и ТР в течение года, заездов, [прил. 3, табл. 3], $d_{\text{то-тр}} = 2$

$t_{\text{пв}}$ – средняя трудоемкость работ по приемке и выдаче автомобилей, чел · ч., [2], $t_{\text{пв}} = 0,20$

Для определения объема работ каждого участка полученный в результате расчета общий годовой объем работ (в чел.ч) по ТО и ТР распределяется по видам работ и месту его выполнения в соответствии с рекомендациями, [2] и представляются в форме таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Распределение объема работ по видам и месту их выполнения на СТОА

Вид работ	%	Т	Т _{рп}		Т _{уч}	
			%	Т	%	Т
1. Диагностические	4	2125	100	2125	-	-
2. ТО в полном объеме	15	7970	100	7970	-	-
3. Смазочные работы	3	1594	100	1594	-	-
4. Регулировка УУК	4	2125	100	2125	-	-

Окончание таблицы 3.2

5. Ремонт и регулировка тормозов	3	1594	100	1594	-	-
6. Электротехнические	4	2125	80	1700	20	425
7. По приборам системы питания	4	2125	70	1488	30	638
8. Аккумуляторные	2	1063	10	106	90	957
9. Шиномонтажные	2	1063	30	319	70	744
10. Ремонт узлов, систем и агрегатов	8	4250	50	2125	50	2125
11. Кузовные и арматурные	25	13280	75	9960	25	3320
12. Окрасочные	16	8500	100	8500	-	-
13. Обойные	3	1594	50	797	50	797
14. Слесарно-механические	7	3719	-	-	100	3719
Итого ТО и ТР	100	53122	-	40403	-	-
15. Уборочно-моечные	100	24290	100	1	23000	-
16. Предпродажная подготовка	100	1701	100	1701	-	-
17. Приемка и выдача	100	972	100	972	-	-
Всего	-	80085	-	43077	-	-

3.3 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 [2].

$$T_{всп} = (0,2 \div 0,3) \cdot \sum T_{ТО-ТР}, \quad (3.10)$$

$$T_{всп} = (0,2 \div 0,3) * \sum T_{то-тр}$$

$$T_{всп} = 0,2 * 80085 = 79307$$

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.

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 3.3.

Таблица 3.3 – Распределение трудоемкости вспомогательных работ

Вид работ	%	СТО
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки и инструмента	25	19827
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	15861
Приемка, хранение и выдача материальных ценностей	20	15861
Перегон подвижного состава	10	7931
Обслуживание компрессорного оборудования	10	7931
Уборка производственных помещений	7	5551
Уборка территории	8	6345
Итого	100	79307

3.4 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

$$P_T = \frac{T_{ТО-ТР}}{\Phi_T}, \quad (3.11)$$

Где $T_{ТО-ТР}$ – годовой объем работ ТО и ТР по отдельному участку (табл. 3.3), 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 неделе 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 неделе $T_{см}$ 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 неделе одинаково. Поэтому годовой фонд времени Φ_T , рассчитанный для 5-дневной рабочей недели, будет равен фонду для 6-дневной недели.

Годовой фонд времени технологически необходимого рабочего (в часах)

$$\Phi_T = 8 \cdot (D_{кг} - D_B - D_{п}), \quad (3.12)$$

где 8 – продолжительность смены, ч;

$D_{кг}$ – число календарных дней в году;

D_B – число выходных дней в году;

$D_{п}$ – число праздничных дней в году.

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

$$P_{ш} = \frac{T_{ГО-ТР}}{\Phi_{ш}}, \quad (3.13)$$

Где $\Phi_{ш}$ – 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 $\Phi_{ш}$ меньше фонда "технологического" рабочего Φ_T за счет предоставления рабочим отпусков и невыходов рабочих по уважительным причинам (болезни и т.д.)

$$\Phi_{ш} = \Phi_T - 8 \cdot (D_{от} + D_{уп}), \quad (3.14)$$

Где $D_{от}$ – число дней отпуска, установленного для данной профессии рабочего;

$D_{уп}$ – число дней невыхода на работу по уважительным причинам.

Согласно [1] 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, приведенных в таблице 3.3.

Результаты расчета численности производственных рабочих приводятся по форме табл. 3.4.

При небольших объемах работ расчетная численность рабочих может быть меньше 1. В этих случаях целесообразно совмещение родственных профессий рабочих, и, следовательно, объединении соответствующих работ и участков. К таким работам относятся:

- а) работы электротехнические и по приборам системы питания;
- б) агрегатные и слесарно-механические работы;
- в) шиномонтажные и вулканизационные работы.

При объединении соответствующих работ в графе "Принятое" данные строчки объединяются (например, вулканизационные и шиномонтажные) табл. 3.4.

В графе "Итого постовые", "Итого участковые", "Общая численность рабочих" расчетные и принятые значения P_T и $P_{\text{ш}}$ должны быть близки в пределах округления.

Таблица 3.4 – Численность производственных рабочих

Виды работ ТО и ТР	Тго-тр, чел. ч	Р _т , чел				Р _ш , чел			
		Расчетное	Принятое	В т.ч. по сменам		Расчетное	Принятое	В т.ч. по сменам	
				1	2			1	2
Постовые работы									
Диагностические	2125	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,0	1,0	1,0
ТО в полном объеме	7970	3,9	4,0	2,0	1,0	4,4	5,0	3,0	2,0
Смазочные работы	1594	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Регулировка УУК	2125	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,0	1,0	1,0
Ремонт и регулировка тормозов	1594	0,8	2,0	1,0	10,0	0,9	2,0	1,0	1,0
Электротехнические	1700	0,8				0,9			
По приборам системы питания	1488	0,7	1,0	1,0	1,0	0,8	2,0	1,0	1,0
Аккумуляторные	106	0,1				0,1			
Шиномонтажные	319	0,2				0,2			
Ремонт узлов, систем и агрегатов	2125	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,0	1,0	1,0
Кузовные и арматурные	9960	5,4	6,0	3,0	2,0	6,2	7,0	4,0	2,0
Окрасочные	8500	4,6	5,0	2,0	1,0	5,3	6,0	4,0	2,0
Обойные	797	0,4	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
Итого ТО и ТР	40403	20,7	23,0	14,0	20,0	23,5	30,0	18,0	9,0
Уборочно-моечные	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Предпродажная подготовка	1701	0,8	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0
Приемка и выдача	972	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0
Итого постовые		43	48,0	30,0	42,0	25,0	62,0	38,0	24,0
Участковые работы									
Электротехнические	425	0,2	1,0	1,0	1,0	0,2	1,0	1,0	1,0

Окончание таблицы 3.4

По приборам системы питания	638	0,3	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
Аккумуляторные	957	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0
Шиномонтажные	744	0,4	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
Ремонт узлов, систем и агрегатов	2125	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	2,0	1,0	1,0
Кузовные и арматурные	3320	1,8	2,0	4,0	2,0	2,1	2,0	1,0	1,0
Обойные	797	0,4	1,0	1,0	1,0	0,4	1,0	1,0	1,0
Слесарно-механические	3719	1,8	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Итого участковые		6,4	10,0	13,0	11,0	7,2	11,0	8,0	8,0
Общая численность рабочих		49,1	58,0	43,0	53,0	32,2	73,0	46,0	32,0

Расчет числа вспомогательных рабочих определяется по формуле

$$P_T^{ВСП} = \frac{T_{ВСП}}{\Phi_T}, \quad (3.15)$$

$$P_T^{ВСП} = \frac{79307}{2070} = 38,6 \approx 39$$

Где $T_{ВСП}$ – 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[11].

3.5 Расчет числа постов и автомобиле - мест

Посты и автомобили – 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

$$X = \frac{T_{II} \cdot \varphi}{\Phi_{II} \cdot P_{CP}}, \quad (3.16)$$

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

φ – коэффициент неравномерности загрузки постов, $\varphi = 1,1 \div 1,15$, принимаем, $\varphi = 1,12$.

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

$$\Phi_{II} = D_{РАБ.Г} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot \eta, \quad (3.17)$$

$$\Phi_{II} = 305 * 8 * 2 * 0,90 = 4392$$

Где $D_{РАБ.Г}$ – число рабочих дней в году, дней, $D_{РАБ.Г} = 365$;

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

C – число смен в день, $C = 2$.

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, $\eta = 0,90$.

Число постов для выполнения окрасочных работ рассчитывается по формуле

$$X_{ОКР} = \frac{N_{3ОКР}^{год}}{N_{1ОСК}}, \quad (3.18)$$

$$X_{ОКР} = \frac{365}{1098} = 0,33 \approx 1$$

Где $N_{3ОКР}^{год}$ – число заездов автомобиля на участок окраски в год;

$N_{1ОСК}$ – число заездов автомобилей на одну окрасочную камеру в год (пропускная способность камеры).

$$N_{3ОКР}^{год} = 0,15 \cdot N_{СТОА}, \quad (3.19)$$

$$N_{\text{зокр}}^{\text{год}} = 0,15 * 2429 = 365$$

$$N_{1\text{ОСК}} = \frac{\Phi_{\text{П}}^{\text{ОКР}}}{T_{\text{ОКР}}}, \quad (3.20)$$

$$N_{1\text{ОСК}} = \frac{4392}{4} = 1098$$

Где $\Phi_{\text{П}}^{\text{ОКР}}$ – годовой фонд рабочего времени поста по окраске автомобиля (камеры), ч.;

$T_{\text{ОКР}}$ – продолжительность нахождения автомобиля в окрасочной камере, ч., $T_{\text{окр}} = 4\text{ч}$

При ручном способе выполнения уборочно-моечных работ число рабочих постов рассчитывается по формуле (3.16).

Суточное число заездов автомобилей на городскую СТОА определяется по формуле:

$$N_{\text{с}} = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot d_{\text{УМП}}}{D_{\text{РАБ.Г}}}, \quad (3.21)$$

$$N_{\text{с}} = \frac{2429 * 5}{305} = 40$$

где $d_{\text{УМП}}$ – число заездов на городскую СТОА одного автомобиля в год для выполнения уборочно-моечных работ.

Определим число рабочих постов при механизации уборочно-моечных работ:

$$X_{\text{ЕО}} = \frac{40 \cdot 1,25}{12 \cdot 15 \cdot 0,9} = 0,3$$

Принимаем $X_{\text{ЕО}}=1$

Полученные данные представляют в виде табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Численность рабочих постов по видам выполняемых работ

Вид работ	Тп, чел.ч	Фп, ч	Рср, чел	Храсч	Хобщ
Диагностические	2125	4392	1	0,532	7
ТО в полном объеме	7970	4392	2	0,998	

Окончание таблицы 3.5

Смазочные работы	1594	4392	2	0,200	
Регулировка УУК	2125	4392	2	0,266	
Ремонт и регулировка тормозов	1594	4392	2	0,200	
Ремонт узлов, систем и агрегатов	2125	4392	2	0,266	
Электротехнические	1700	4392	1	0,426	
Аккумуляторные	106	4392	1	0,027	
По приборам системы питания	1488	4392	2	0,186	
Шиномонтажные	319	4392	2	0,040	
Предпродажная подготовка	1701	4392	1	0,426	
Кузовные и арматурные	9960	4392	1,5	1,663	2
Обойные	797	4392	1	0,200	
Окрасочные	8500	4392	1,5	0,464	1
Уборочно-моечные	1	4392	1	0,210	1
Всего рабочих постов				6,1	13

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

$$X_{\text{Общ.ВСП}} = (0,25 \div 0,5) \cdot X_{\text{ПР}}, \quad (3.22)$$

$$X_{\text{ОбщВСП}} = 0,25 * 13 = 3,25$$

Принимаем $X_{\text{ОбщВСП}} = 4$

Число постов на участке приемки автомобилей x_{np} определяется в зависимости от числа заездов автомобилей на СТОА d и времени приемки автомобилей T_{np} , т.е.

$$X_{\text{ПР}} = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot d_{\text{ТО-ТР}} \cdot \varphi}{D_{\text{р.б.г.}} \cdot T_{\text{ПР}} \cdot A_{\text{ПР}}}, \quad (3.23)$$

$$X_{\text{ПР}} = \frac{2429 * 2 * 1,1}{305 * 12 * 3} = 0,48 \approx 1$$

Где $N_{СТОА}$ – число комплексно обслуживаемых, согласно задания;

$d_{ТО-ТР}$ – число заездов автомобилей на СТОА в год, заездов, $d_{ТО-ТР} = 2$;

$D_{раб.г.}$ – число дней работы в году СТОА, дней, $D_{раб.г.} = 305$;

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

$T_{ПП}$ – суточная продолжительность работы участка приемки автомобилей, ч, 12 ч.

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

Принимаем $X_{np} = 1$.

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.

$$X_{\text{выд}} = \frac{2429 * 2 * 1,1}{305 * 12 * 3} = 0,48 \approx 1$$

Принимаем $X_{\text{выд}} = 1$.

Число постов сушки (обдува) автомобилей на участке уборочно-моечных работ определяется исходя из пропускной способности данного поста, которая может быть принята равной производительности механизированной мойки.

Принимаем $X_{\text{суш}} = 1$ ед.

Число постов подготовки на окрасочном участке принимается из расчета 2 – 4 поста подготовки на 1 окрасочную камеру.

Принимаем $X_{\text{п.окр}} = 3$ ед.

Общее число автомобиле-мест определяется по формуле:

$$X_{\text{хран}} = (4 \div 5) X_{\text{ПП}}, \quad (3.24)$$

$$X_{\text{хран}} = 4 * 13 = 52$$

Число автомобиле-мест хранения готовых к выдаче автомобилей определяется по формуле:

$$X_{\Gamma} = \frac{N_{\text{C}} \cdot T_{\text{ПП}}}{T_{\text{B}}}, \quad (3.25)$$

$$X_{\Gamma} = \frac{40 * 4}{12} = 13$$

Где T_B – 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_C – суточное число заездов автомобилей для выполнения ТО и ТР, заездов.

Суточное число заездов автомобилей для выполнения ТО и ТР определяется по формуле:

$$N_C = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot d}{D_{\text{раб.г.}}}, \quad (3.26)$$

$$N_C = \frac{2429 * 2}{305} = 16$$

Число автомобиле-мест хранения на открытой стоянке магазина определяется по формуле:

$$X_O = \frac{N_{\text{П}} \cdot D_3}{D_{\text{раб.г.маг.}}}, \quad (3.27)$$

$$X_O = \frac{486 * 20}{305} = 31,8 \approx 32$$

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 году, дней.

Число автомобиле-мест клиентуры и персонала определяется по формуле:

$$X_{\text{КЛ.ПЕР}} = 2 \cdot X_{\text{РП}}, \quad (3.28)$$

$$X_{\text{КЛ.пер}} = 2 * 13 = 26$$

Принимаем $N_C=16$

Принимаем $X_{\Gamma}=13$

Принимаем $X_O=32$

3.6 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, авто принадлежностей, инструмента и автокосметики.

3.6.1 Расчет площадей зон ТО и ТР

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

$$F_{\text{ТО-ТР}} = f_a \cdot X \cdot K_{\text{п}}, \quad (3.29)$$

Где f_a – площадь, занимаемая автомобилем Toyota Highlander в плане (по габаритным размерам): 9,1 м²;

X – общее число постов (рабочие и вспомогательные): 13;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент плотности расстановки постов. $K_{\text{п}} = 4-7$

Коэффициент $K_{\text{п}}$ представляет собой отношение суммарной площади, занимаемой автомобилем, проездами, проходами, рабочими местами, к площади проекции автомобиля в плане. Значение $K_{\text{п}}$ зависит от габаритов автомобиля и расположения постов. При одностороннем расположении постов $K_{\text{п}} = 6 - 7$. При двусторонней 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.

Для определения площадей зон ТО и ТР в полном объеме, необходимо так же учитывать площади вспомогательных постов. Для дальнейших расчетов составляем таблицу вспомогательных участков.

Таблица 3.6 – Вспомогательные участки.

Вид работ	Кол-во вспомогательных участков
Окрасочные	2
Уборочно-моечные	1
Кузовные и арматурные	2
ТО и ТР	1

Расчет постовых зон выполняется исходя из габаритных размеров автомобиля и габаритные размеры оборудования, м²

$$f_{\text{окр}} = (1 * 13 + 2 * 9,1) * 4 = 125$$

$$f_{\text{умр}} = (1 * 13 + 1 * 9,1) * 4 = 61$$

$$f_{\text{куз}} = (4 * 13 + 2 * 9,1) * 4 = 281$$

$$f_{\text{ТОиТР}} = (7 * 13 + 1 * 9,1) * 4 = 400$$

$$\sum f_{\text{пост.зон}} = 125 + 61 + 281 + 400 = 867$$

3.6.2 Расчет площадей производственных участков

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

$$F_y = f_1 + f_2 \cdot (P_T^{yч} - 1), \quad (3.30)$$

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 3.7.

Таблица 3.7 – Площадь производственных участков

Наименование участка	F1,	F2,	Руч	Гуч,
----------------------	-----	-----	-----	------

	м2	м2		м2
Агрегатный	18	11	3	40
Слесарно-механический	14	10	6	64
Электротехнический	12	7	1	12
Ремонт приборов систем питания	11	6	1	11
Аккумуляторные	17	12	1	17
Шинномонтажный	12	9	1	12
Сварочный, арматурный, жестяницкий	12	8	1	12
Обойный	14	4	7	38
Итого				206

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. 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.

3.6.3 Расчет площадей складов

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

$$F_{СКЛ} = \frac{f_{уд} \cdot N_{СТОА}}{1000}, \quad (3.31)$$

Где $f_{уд}$ – удельная площадь склада на каждую 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей [2].

Расчет представляется в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Площади складских помещений

Наименование склада	$f_{уд}, м2$	$F_{СКЛ}$
---------------------	--------------	-----------

		м ²
Запасных частей	32	74
Агрегаты и узлы	12	28
Эксплуатационные материалы	6	14
Шины	8	18
Лакокрасочные материалы и химикаты	4	9
Смазочные материалы	6	14
Кислород и углекислый газ	4	9
	∑	166

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

$$F_{\text{клад}} = 1,6 \cdot X_{\text{РП}}, \quad (3.32)$$

$$F_{\text{клад}} = 1,6 \cdot 13 = 20,8 \text{ м}^2$$

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

$$F_{\text{хранзч}} = 0,1 \cdot F_{\text{склзч}}, \quad (3.33)$$

$$F_{\text{хранзч}} = 0,1 \cdot 74 = 7,4 \text{ м}^2$$

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

3.6.4 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.

$$F_{\text{техн.пол}} = (0,1 - 0,14) \cdot \sum F_{\text{пр.кор}}, \quad (3.34)$$

Где $\sum F_{\text{пр.кор}}$ – сумма площадей производственных помещений корпуса, м^2 .

$$F_{\text{пр.кор}} = F_{\text{ТО-ТР}} + \sum F_{\text{СКЛ}} + \sum F_{\text{КЛАД}} + F_{\text{ХРАН}} + \sum F_{\text{У}} \quad (3.35)$$

$$F_{\text{пр.кор}} = 867 + 166 + 20,8 + 7,4 + 206 = 1267,2$$

$$F_{\text{техн.пол}} = 0,1 * 1267,2 = 126,72$$

3.6.5 Расчет площадей административно-бытовых помещений

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

$$F_{\text{Адм.Быт}} = 8 \cdot P_{\text{ИТР}} + 4 \cdot (P_{\text{ИТР}} + \sum P_{\text{Т}} + P_{\text{всп}}), \quad (3.36)$$

$$F_{\text{Адм.Быт}} = 8 * 17 + 4 * (17 + 97 + 13) = 644\text{м}^2$$

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

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

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

Предусматриваются помещения для клиентов, площадь которых принимается из расчета 9-12 м^2 на один рабочий пост. Для СТОА с количеством постов от 16 до 25 принимаются значения 7-8 м^2 на один рабочий пост.

$$F_{\text{клиент}} = 9 * 13 = 117 \text{ м}^2$$

Принимаем $F_{\text{клиент}} = 117 \text{ м}^2$

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

$$F_{\text{пр.зп}} = 117 * 0,3 = 35,1$$

Принимаем $F_{\text{пр.зп}} = 35$

Таблица 3.9 – Общая площадь помещений

Наименование помещений	Площадь, м^2
------------------------	-----------------------

Постовые участки ТО и ТР	867
Производственные участки	206
Складские помещения	166
Технические помещения	126,72
Административно-бытовые помещения	644
Итого	2009,72

3.6.6 Расчет площади зон хранения (стоянок) автомобилей

Площадь зон хранения (стоянок) автомобилей определяется по формуле

$$F_X = f_a \cdot A_{CT} \cdot K_{II}, \quad (3.37)$$

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

K_{II} – коэффициент плотности расстановки автомобилей, $K_{II} = 3$.

Расчет выполняется по каждой стоянке отдельно.

$$F_X = 9,1 \cdot 52 \cdot 3 = 1419,6$$

Площадь зон хранения числа автомобиле - мест клиентуры и персонала, определяется по формуле

$$F_X = f_a \cdot A_{CT} \cdot K_{II}, \quad (3.38)$$

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

K_{II} – коэффициент плотности расстановки автомобилей, $K_{II} = 3$.

$$F_X = 9,1 \cdot 26 \cdot 3 = 709,8$$

Расчет выполняется по каждой стоянке отдельно.

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

$$F_X = f_a \cdot A_{CT} \cdot K_{II}, \quad (3.39)$$

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

K_{II} – коэффициент плотности расстановки автомобилей, $K_{II} = 3$.

Расчет выполняется по каждой стоянке отдельно.

$$F_X = 9,1 * 13 * 3 = 354,9$$

3.6.7 Расчет площади генерального плана

$$F_{ГЕН.ПЛАН} = \frac{100 \cdot (F_{ЗПС} + F_{ЗАБ} + F_{ОП})}{K_3}, \quad (3.40)$$

Где $F_{ЗПС}$ – площадь застройки производственно-складскими помещениями;

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

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

K_3 – коэффициент застройки, $K_3 = 29$.

$$F_{Ген.план} = \frac{100 * (2009,72 + 1419,6 + 709,8 + 354,9)}{29}$$

$$F_{Ген.план} = 15496,6 \text{ м}^2$$

3.7. Виды выполняемых работ и организация технологического процесса

3.7.1 Виды работ выполняемых на малярном участке

Согласно схеме включения малярного участка в технологический процесс городской универсальной СТОА, количество постов на данном участке, их компоновочная схема, а также специализация и кооперация между собой, определяются объемом и характером производства, а также задачами, которые должна решать участок на СТОА.



Рисунок 3.1 – Схема технологического процесса городской универсальной СТОА

Малярные работы являются завершающими при ремонте кузова автомобиля, поэтому в малярный участок автомобили поступают после выполнения всех видов работ.

Малярные работы выполняют в малярном участке, а мелкие подкрасочные работы – в зонах ТО и ТР.

Малярный участок подразделяется на три отделения:

- для подготовительных работ (снятие старой краски, грунтовка, шпатлевка и шлифовка поверхностей кузова легкового автомобиля);
- отделение для окраски пульверизаторами;
- сушильная камера.

3.7.2 Варианты планировочных решений

В данном разделе рассмотрены три варианта планировочных решений малярного участка с различной расчетной площадью и различным размещением ПС. Описание вариантов представлено ниже на рисунках 3.2, 3.3 и 3.4 Для дальнейшей работы, выбираем один из вариантов планировочного решения и размещаем на нем необходимое технологическое оборудование.

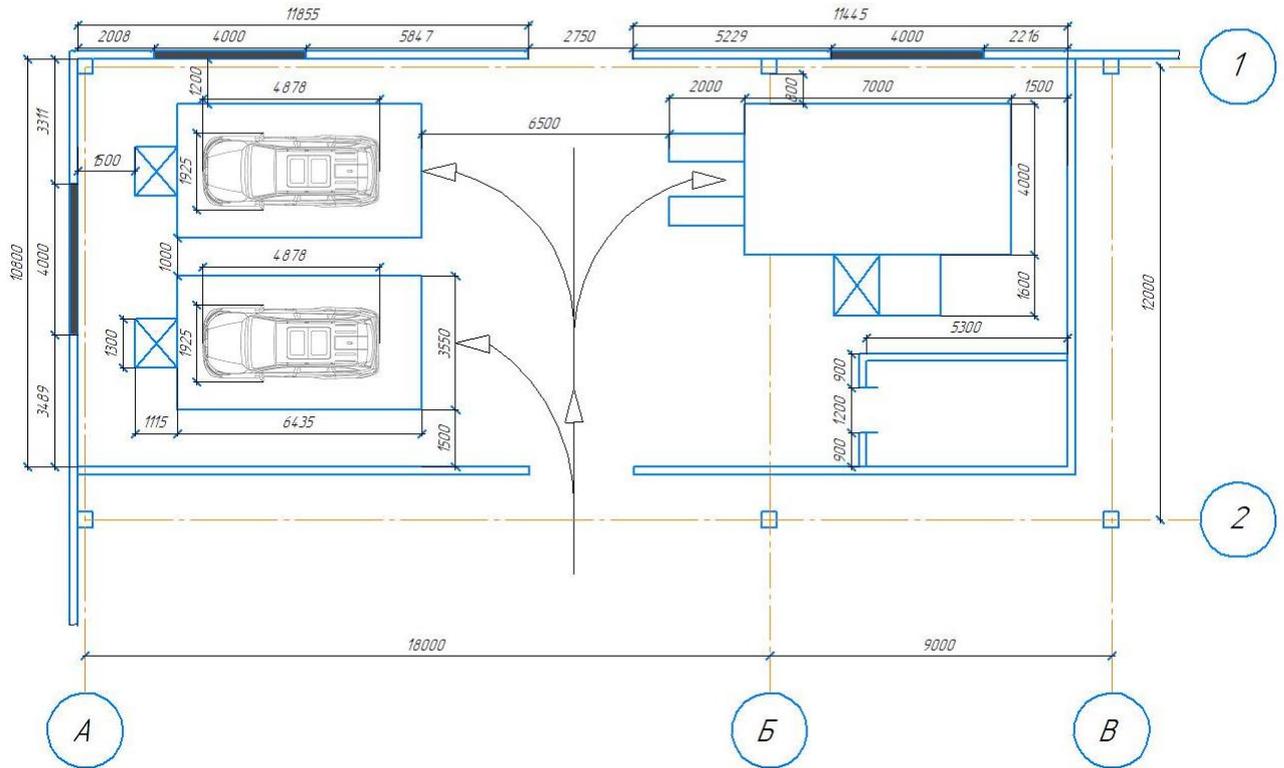


Рисунок 3.2 – Вариант планировочного решения №1

Вариант 2
333,04 м²

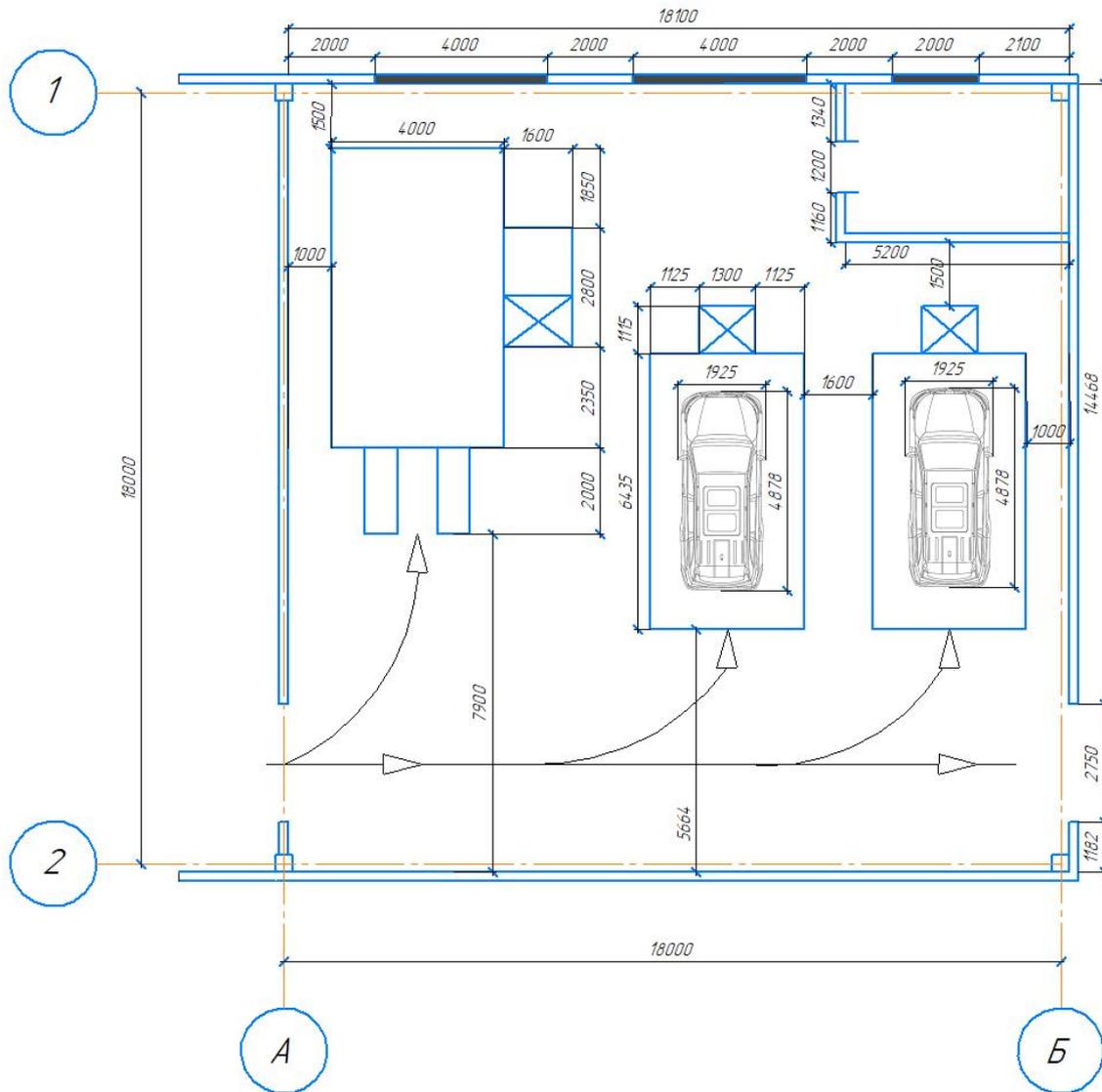


Рисунок 3.3 – Вариант планировочного решения №2

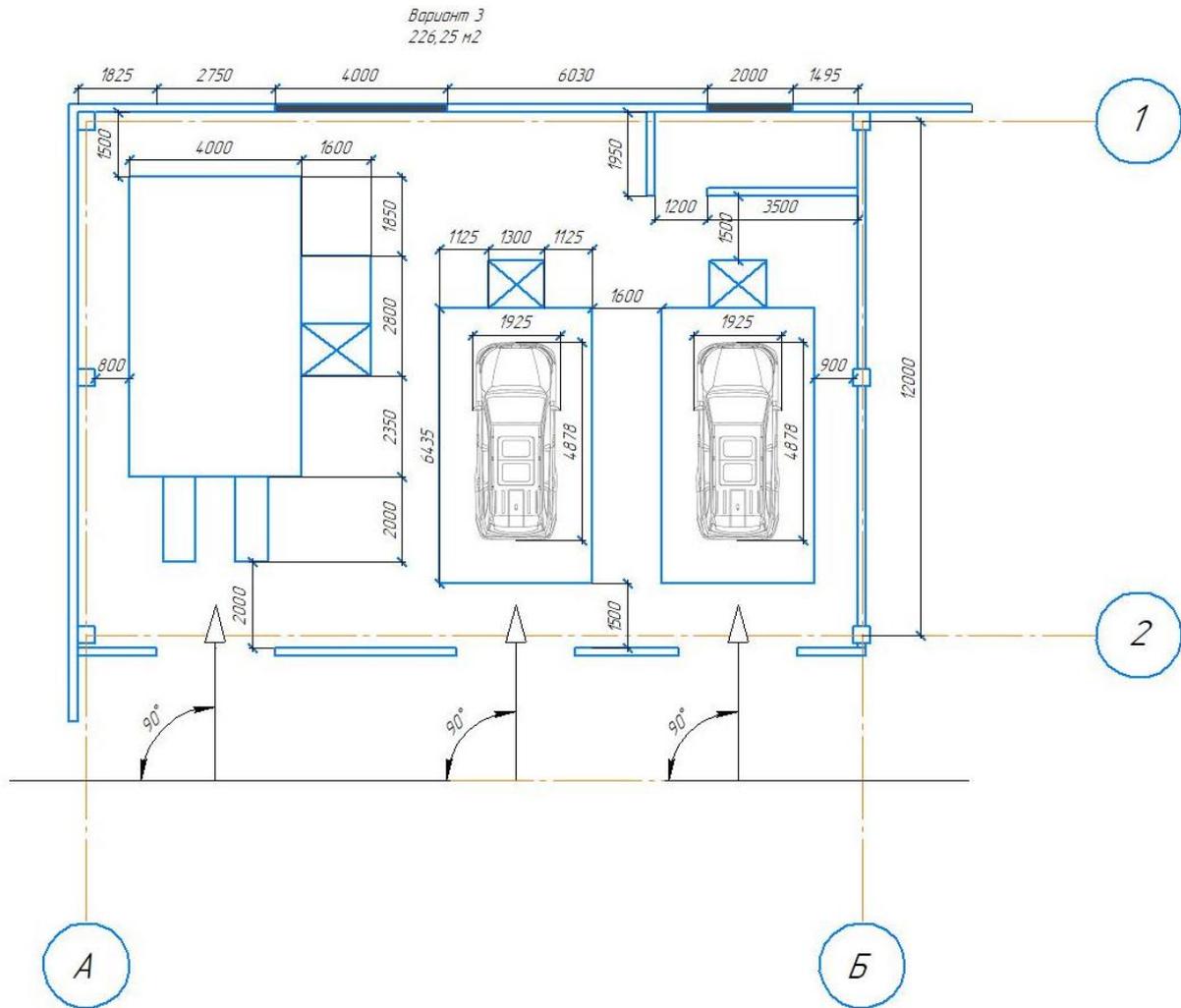


Рисунок 3.4 – Вариант планировочного решения №3

Исходя из данных, приведенных вариантов планировки малярного участка, в соответствии с технологическим процессом, наиболее рациональным было бы использование первого варианта. При равной на всех участках стоимости используемого оборудования, данное планировочное решение имеет наибольшее удобство для проведения малярных работ.

3.8 Расчет ресурсов

3.8.1 Расчет минимальной мощности отопительной системы

Минимальная необходимая мощность отопительной системы определяется по формуле:

$$Q_T = V \cdot \Delta T \cdot K / 860, \quad (3.41)$$

где Q_T – тепловая нагрузка на помещение (кВт/час);
 V – объем обогреваемого помещения,

ΔT – разница между температурой воздуха вне помещения и необходимой температурой внутри помещения,

$$\Delta T = 56 \text{ }^\circ\text{C};$$

K – коэффициент тепловых потерь строения, $K = 1,45$.

$$V = S_{\text{помещ}} \cdot H_{\text{помещ}}, \quad (3.42)$$

где $S_{\text{помещ}}$ – площадь обогреваемого помещения = 1511 м²;

$H_{\text{помещ}}$ – высота обогреваемого помещения = 4,8 м.

$$V = 1511 \cdot 4,8 = 7252,8 \text{ м}^3$$

$$Q_T = 7252,8 \cdot 56 \cdot 1,45 / 860 = 684,7 \text{ кВт/час}$$

3.8.2 Потребность в технологической энергии

Потребность в электроэнергии для работы технологического оборудования определяем по формуле:

$$P_{\text{об}} = K_c \cdot \left(\sum N_{\text{об } i} \cdot P_{\text{об } i} \cdot \Phi_{\text{об } i} \cdot \frac{K_{zi}}{\eta_c \cdot \eta_{\text{об } i}} \right), \quad (3.43)$$

где $P_{\text{об}}$ – годовой расход электроэнергии оборудования (кВт/час);

K_c – коэффициент одновременности включения оборудования, величина которого определяется как отношение значения одновременно работающего оборудования к общему количеству оборудования;

$N_{\text{об } i}$ – количество i – го оборудования (ед);

$P_{\text{об } i}$ – мощность i – го оборудования (кВт);

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

K_{zi} – коэффициент спроса (загрузки); для электродвигателей работающих в непрерывном режиме $K_{zi} = 0,6$

η_c – КПД сети $\eta_c = 0,95$;

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

Действительный годовой фонд работы i – го оборудования определяем по формуле:

$$\Phi_{\text{об } i} = D_{\text{РАБ.Г}} \cdot T_{\text{см}} \cdot C \cdot \eta_n, \quad (3.44)$$

где $\Phi_{\text{об}}$ – годовой фонд времени рабочего поста с соответствующим оборудованием, час;

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

$T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены;

C – количество смен;

η_n – коэффициент использования времени рабочего поста.

$$\Phi_{\text{покрасочной камеры}} = 305 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,88 = 2147,2 \text{ час}$$

Потребность в электроэнергии покрасочной камеры:

$$P_{\text{покрасочной камеры}} = 1 \cdot \left(\sum 1 \cdot 11,3 \cdot 390 \cdot \frac{0,6}{0,95 \cdot 0,8} \right) = 3390 \text{ кВт}$$

Потребность энергии 3х постов подготовки

$$P_{\text{пост подготовки}} = 3 \cdot \left(\sum 1 \cdot 6,8 \cdot 98 \cdot \frac{0,5}{0,95 \cdot 0,8} \right) = 1315 \text{ кВт}$$

Общая потребность технологической электроэнергии:

$$P_{\text{общ}} = 3390 + 1315 = 4705 \text{ кВт}$$

3.8.3 Годовой расход электроэнергии для освещения

Годовой расход электроэнергии для освещения рассчитываем по формуле:

$$P_{\text{ос}} = N_c \cdot P_c \cdot T_{\Gamma} \cdot \frac{K_c}{\eta_c}, \quad (3.45)$$

где $P_{\text{ос}}$ – годовой расход электроэнергии на освещение (кВт/час);

N_c – количество светильников;

P_c – мощность одного светильника (выбирается исходя из паспорта светильника);

T_{Γ} – число часов осветительной нагрузки в год;

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

η_c – КПД сети.

Количество светильников, определяем по формуле:

$$N_c = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot n_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{ст}}}, \quad (3.46)$$

где N_c – количество светильников;

E – минимальная освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса для светильников;

S – площадь участка;

Z – коэффициент неравномерности освещенности;

Φ – световой поток одной лампы;

$n_{л}$ – число ламп в светильнике;

$\eta_{сн}$ – коэффициент использования светового потока.

$$N_c = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 1511 \cdot 1,15}{2500 \cdot 0,95 \cdot 0,95} = 346,5$$

Примем $N_c = 347$

Тогда:

$$P_{oc} = 347 \cdot 60 \cdot 305 \cdot \frac{0,8}{0,95} = 5347 \text{ кВт/год}$$

3.8.4 Годовой расчет 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 :

$$Q = N_{вi} \cdot P_{уд.в.i} \cdot \Phi_{в} \cdot K_{ив} \cdot K_{пв} \cdot K_{ор} \quad (3.47)$$

$$Q = 4 \cdot 2,4 \cdot 3942 \cdot 0,45 \cdot 1,5 \cdot 1 = 22544 \text{ м}^3$$

где Q – годовой расход сжатого воздуха, м³;

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

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

$\Phi_{в}$ – 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, $K_{ор} = 1$.

Суммарный удельный расход сжатого воздуха определится из выражения:

$$P_{сумм} = \frac{Q}{\Phi_{в}} \quad (3.48)$$

$$P_{сумм} = \frac{22544}{3942} = 5,7 \text{ м}^3/\text{час};$$

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

4 Выбор оборудования для модернизации

4.1 Цель выбора оборудования.

В данной работе необходимо подобрать оборудование малярного участка, чтобы увеличить производительность, а так же сократить время на выполнение работ. Было принято решение установки на данный пост окрасочно-сушильную камеру.

4.2 Требования к выбираемому оборудованию

В покрасочной камере должна быть обеспечена высококачественная очистка воздуха, который подается внутрь помещения.

Очень важно обеспечить быстрый выход на определенный температурный режим в зависимости от сложившихся обстоятельств. Кроме того, необходимо, чтобы установленная температура стабильно удерживалась определенный промежуток времени. Это обусловлено тем, что в процессе сушки современного лакокрасочного покрытия температурные колебания не должны выходить за рамки амплитуды в 3,5 градусов.

Необходимо, чтобы в покрасочной камере обеспечивалось хорошее освещение, приближенное по спектру к дневному солнечному свету.

Воздух, циркулирующий в камере при процедуре окрашивания должен очищаться от взвесей распыленной краски на выходе из камеры.

Современная покрасочная камера должна быть экономичной с точки зрения использования электричества, топлива и расходных материалов.

Безопасность покрасочной камеры, как в процессе эксплуатации, так и при процедуре технического обслуживания и ремонта.

4.3 Выбор оборудования для совершенствования.

4.3.1 Исследование действующих рыночных прототипов

Для проведения исследования действующих образцов отбираем несколько прототипов покрасочных камер.

По заданию на исследование выдана тема: «Покрасочные камеры». В таблице 1 представим регламент поиска камер с основными техническими характеристиками и их стоимостью.

Таблица 4.1 – Регламент поиска

Модель Камеры	Технические характеристики камер				
	Мощность теплого генератора, КВт	Температура в режиме сушки, °С	Потребление топлива, кг/ч	Площадь оборудования , м ²	Цена, Руб.
ENERGO-S	300	80	24,5	28	740000
ENERGO-S AIR BLUE	280	80	28	28	720000
MB1-70.40.28-2M	220	62	14	28	670000
SB-7427	200	80	8	28	882000
CONQUER LMU1-EU1	198	65	8	28,8	630000
PRESTIGE LMU1,5-EU 1,5	268	65	17	29,2	729000
NORDBERG LUX	237	80	20	28	850000
СТ 6000	237	80	21	24	870000
Макс.	300	80	24,5	29,2	920000
Мин.	198	62	8	28	630000

В результате анализа было выбрано 5 моделей окрасочно-сушильной камерой с примерно равными техническими характеристиками. Для дальнейшей работы необходимо определить наиболее рентабельный вариант оборудования со стороны эффективности использования и себестоимости.

Для определения эффективности и себестоимости оборудования, необходимо найти прибыль за весь нормативный срок эксплуатации (7 лет) для каждой модели окрасочно-сушильной камеры, затем решить систему для нахождения весовых коэффициентов свойств. Далее рассчитать комплексный показатель качества для каждой окрасочно-сушильной камеры с учетом весовых коэффициентов, построить зависимость прибыли от коэффициента качества, проранжировать окрасочно-сушильную камеру, и по полученному ранжированному ряду оценить какая модель более эффективна и конкурентоспособна. На основании проведенного анализа будет выбран действующий образец окрасочно-сушильной камеры для дальнейшего совершенствования

В качестве примера для расчетов рассмотрим технологический процесс покраски автомобильных порогов, включающий в себя следующие операции:

Таблица 4.2 – Порядок технологического процесса покраски автомобильных порогов

№ операции	Наименование операции	Время на проведение операции, мин
1	Подготовка поверхности	15-20
2	Нанесение шпатлевки	5-10
3	Сушка	10-15
4	Шлифование	15-20
5	Укрывание не окрашиваемых поверхностей	10-15
6	Грунт первичный	3-5
7	Межслойная сушка	10-15
8	Грунт наполнитель (мокрый по мокрому)	3-5
9	Межслойная сушка	10-15
10	Нанесение базовой эмали	3-5
11	Межслойная сушка	10-15
12	Нанесение второго слоя базовой эмали	3-5
13	Межслойная сушка	10-15
14	Нанесение лака	3-5
15	Межслойная сушка	5-10
16	Нанесение второго слоя лака	3-5
17	Сушка	120-180
Итого с сушкой		355
Итого без сушки		175

4.3.2 Расчет нормативной численности рабочих

Нормативный фонд рабочего времени поста определяется с учетом следующих составляющих:

календарные дни в году – 365

выходные дни – 104

праздничные дни – 12

основной отпуск – 28

дополнительный отпуск – 0

Итого: $365-104-12-28-2=219$ дней

Нормативная продолжительность смены – 8 ч. Тогда номинальный фонд рабочего времени составляет

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

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

Число рабочих на посту:

$$N_p = T(i)_{\text{год}} / \text{ПФРВ} \quad (4.1)$$

$$N_p = 5214,47 / 1745 = 3 \text{ чел.}$$

Принимаем $N_p = 3$ чел.

4.3.3 Расчет фонда оплаты труда

Фонд оплаты труда рассчитывается на основе «Отраслевого тарифного соглашения». Базовый размер оплаты труда в 1 квартале 2022 года составляет 13 890 руб. Тарифный коэффициент основного рабочего – 1,9; районный коэффициент за непрерывный стаж работы в данной местности – 1,5. Нормативная численность рабочих на посту – 1,2 чел.

$$\text{ФОТ}_{\text{год}} = 4330 \cdot 1,9 \cdot 1,5 \cdot 3 \cdot 12 = 473089 \text{ руб.}$$

Среднемесячная зарплата одного рабочего

$$\text{ЗП}_{\text{ср}} = \text{ФОТ}_{\text{год}} / N_p \cdot 12 \quad (4.2)$$

$$\text{ЗП}_{\text{ср}} = 473089 / 3 \cdot 12 = 13246 \text{ руб}$$

$$\text{ЗП}_{\text{ср}} = \text{ФОТ}_{\text{год}} / N_p \cdot 12 = 473089 / 3 \cdot 12 = 13246 \text{ руб.}$$

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

$$N_{\text{ФОТ}} = \text{ФОТ} \cdot N_{\text{ОТЧ}} \quad (4.3)$$

$$N_{\text{ФОТ}} = 473089 \cdot 0,27 = 12773,9 \text{руб}$$

4.3.4 Расчет общехозяйственных расходов

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

$$P_1 = 200N_p = 200 \cdot 3 = 600 \text{руб/чел}$$

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

$$P_2 = 200N_p = 200 \cdot 3 = 600 \text{руб/чел}$$

Расходы на освещение определяются по формуле

$$P_{\text{ОСВ}} = S_{\text{ПОСТА}} \cdot Q_{\text{ОСВ}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot D_{\text{Р.Г}} \cdot Ц / 1000 \quad (4.4)$$

Где- $S_{\text{ПОСТА}}$ - площадь поста (40,92 м²); $Q_{\text{ОСВ}}$ - расход осветительной электроэнергии (норматив для производственных помещений в основное время - 13 Вт/м² и в меж сменное время - 7 Вт/м²); $T_{\text{СМ}}$ - продолжительность смены, ч; Ц - стоимость осветительной электроэнергии (4,57 руб./(кВт-ч)).

Тогда расходы на освещение в основное время составят

$$P_{\text{ОСН.ОСВ}} = 58,5 \cdot 13 \cdot 8 \cdot 248 \cdot 2,587 = 3903,3 \text{ р}$$

Расходы на освещение в меж сменное время:

$$P_{\text{ОСН.МЕЖСМЕН}} = 58,5 \cdot 7 \cdot 16 \cdot 248 \cdot 2,587 = 4203,6 \text{ р}$$

Общие расходы на освещение в год составят

$$P_3 = 3903,3 + 4203,6 = 8106,9 \text{руб/год}$$

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

$$P_{\text{в.п}} = Q_{\text{вод}} \cdot N_{\text{р}} \cdot D_{\text{р.г}} \cdot C_{\text{в.п}} \quad (4.5)$$

где $C_{\text{в.п}} = 15,09$ руб./м³ - цена воды питьевой без НДС.

$$P_{\text{в.п}} = 15 \cdot 3 \cdot 248 \cdot 8,588 = 95,085 \text{ руб}$$

Цена сточной воды составляет 15,09 руб./м³ без НДС. Тогда расходы на сточную воду для поста замены масла составят

$$P_{\text{в.с}} = 15 \cdot 3 \cdot 248 \cdot 5,827 = 64,516 \text{ руб}$$

Общие расходы на воду в год составят

$$P_4 = 95,085 + 64,516 = 159,6 \text{ руб/год}$$

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

$$P_5 = 200N_{\text{р}} = 200 \cdot 3 = 600 \text{ руб/чел}$$

Расходы на подготовку и повышение квалификации исчисляются по формуле

$$P_6 = \text{ФОТ} \cdot 0,025\% \quad (4.6)$$

$$P_6 = 473089 \cdot 0,025 = 11827,2 \text{ руб}$$

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

$$P_7 = 740000 \cdot 0,04 = 29600 \text{ руб}$$

Отчисления на амортизацию оборудования составляют 15% от стоимости оборудования:

$$A_{\text{об}} = 740000 \cdot 0,15 = 111000 \text{ руб}$$

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

$$A_{зд} = 351000 \cdot 0,028 = 9828 \text{ руб}$$

Итого общехозяйственные расходы составляют.

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 + P_4 + P_5 + P_6 \quad (4.7)$$

$$P_{\text{общ}} = 600 + 600 + 159,6 + 600 + 11827,2 = 13786,82 \text{ руб}$$

Таблица 4.3 – Калькуляция себестоимости окрасочного поста.

Статья затрат	Затраты, руб.
ФОТ	473089
Отчисления на социальные нужды	127773,9
Ремонтный фонд камеры	29600
Амортизационные отчисления:	
На здание	9828
На оборудование	111000
Осветительная электроэнергия	14114,67
Общехозяйственные расходы	13786,8
ИТОГО (Эксплуатационные затраты на год)	787259

4.3.5 Расчет чистой прибыли

Приведенные затраты поста определяем по известной формуле:

$$Z_{\text{пр}} = Z + E_n \cdot KB \quad (4.8)$$

Где – Z годовые эксплуатационные затраты, руб.; E_n - нормативный коэффициент эффективности (с учетом ставки рефинансирования, установленной Центробанком РФ, коэффициента инфляции по годам и показателя степени риска принимаем $E_n = 0,33$); KB- капитальные вложения, руб.

$$Z_{\text{пр}} = 787259 + 0,33 \cdot 1091000 = 1147289 \text{ руб/год}$$

Годовой доход от использования покрасочной камеры

$$D(j) = T(j)_{\text{год}} C_{\text{чел.ч}} \quad (4.9)$$

где $T(j)_{\text{год}}$ - годовая трудоемкость, чел.-ч; $C_{\text{чел.ч}}$ -стоимость одного чел.-ч, $C_{\text{чел.ч}} = 684,1 \text{ руб./чел.-ч}$;

$$D(j) = 5225,36 \cdot 684,1 = 3567221 \text{ руб}$$

Общая прибыль поста

$$P_{\text{ОБЩ}} = D(j) - Z_{\text{ПР}} \quad (4.10)$$

$$P_{\text{ОБЩ}} = 3567221 - 1147289 = 2419932 \text{ руб}$$

Чистая прибыль поста определяется уменьшением общей прибыли 20 %:

$$P_{\text{ч.ГОД}} = P_{\text{ОБЩ}} - 0,2P_{\text{ОБЩ}} \quad (4.11)$$

$$P_{\text{ч.ГОД}} = 2419932 - 0,2 \cdot 2419932 = 1935946 \text{ руб}$$

Таким образом, мы рассчитали чистую годовую прибыль от эксплуатации камеры окрасочно-сушильной ENERGO-S. За нормативный срок эксплуатации камеры (7 лет) чистую прибыль примем равной 13,552 млн. руб.

Аналогично рассчитываем прибыль и для других моделей камер.

4.3.6 Расчет коэффициентов весомости свойств и комплексного показателя качества стенда при полной загрузке поста

Для расчета весовых коэффициентов и комплексного показателя качества проводим подготовительные операции. Производим нормирование оценок показателей свойств каждого подъемника (по исходным данным таблицы 1), требуемой для системы уравнений. Предварительно, исходя из диапазонов изменения параметров, назначаем значения $q_i^{\text{бр}}$ и $q_i^{\text{эт}}$ (браковочное и эталонное значения показателей i -х свойств подъемника) и сводим их в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Браковочные и эталонные значения показателей свойств камеры

Показатель	Мощность теплового генератора, КВт	Температура в режиме сушки, °С	Потребление топлива, кг/ч	Площадь оборудования, м ²
$q_i^{\text{бр}}$	190	60	30	30
$q_i^{\text{эт}}$	320	85	6	23

Нормированные значения показателей свойств камер заносим в столбцы 2-5 таблицы 4.5.

Найденную в разделе 4.3.5 прибыль (13,552 млн. руб.) за весь нормативный срок эксплуатации окрасочно-сушильной камеры ENERGO-S заносим в столбец 6 таблицы 4.5. Аналогично рассчитываем прибыль для других моделей и построчно сводим их в тот же столбец. Таким образом получаем исходный массив для вычисления весовых коэффициентов свойств камер –таблицы 4.5.

Для нахождения весовых коэффициентов свойств расчетную прибыль (столбец 6 таблицы 4.5) будем подставлять в правую часть уравнений системы. В левую часть уравнений построчно подставляем нормированные значения оценок показателей свойств из столбцов 2-5 таблицы 4.5. Решаем систему, в которой количество уравнений равно количеству исследуемых моделей стенов, т. е. числу строк таблицы 4.5.

Таблица 4.5 – Нормированные значения показателей свойств покрасочных камер и прибыль от их использования за 7 лет в случае полной загрузке поста.

Модель	Мощность теплового генератора, КВт	Температура в режиме сушки, °С	Потребление топлива, кг/ч	Площадь оборудования, м ²	Прибыль, млн. руб.
1	2	3	4	5	6
ENERGO-S	0,846	0,800	0,229	0,286	13,552
ENERGO-S AIR BLUE	0,692	0,800	0,083	0,286	13,610
MB1-70.40.28-2M	0,231	0,080	0,667	0,286	13,793
SB-7427	0,077	0,800	0,917	0,286	13,174
CONQUER LMU1-EU1	0,062	0,200	0,917	0,171	13,880
PRESTIGE LMU1,5-EU 1,5	0,600	0,200	0,542	0,114	13,573
NORDBERG LUX	0,362	0,800	0,417	0,286	13,249
CT 6000	0,362	0,800	0,375	0,857	13,281

Для решения системы используем стандартные статистические функции приложения Excel, а именно функцию «ЛИНЕЙН». Результат решения системы уравнений по данным таблицы 4.5 представлены в таблице 4.6.

Таким образом, нами получено уравнение, связывающее свойства оборудования (X1, X2, X3, X4) с прибылью (Y) от его использования при выполнении технологического процесса

$$0,787 \cdot X1(i) + 0,0437 \cdot X2(i) + 0,013939 \cdot X3(i) + 0,1286568 \cdot X4(i) + 0,02672 = Y(i)$$

Таблица 4.6 – Результаты решения системы уравнений по данным таблицы 4.5.

Статистики	Мощность теплового генератора, кВт	Температура в режиме сушки, °С	Потребление топлива, кг/ч	Площадь оборудования, м ²	Свободный член
Обозначение свойств	X4	X3	X2	X1	A0
Корни уравнений G_i	4,691	12,122	1,126	11,667	0,255
Стандартные ошибки корней δ_{G_i}	2,649	1,349	1,957	1,919	0,718
Коэффициент детерминированности и R^2	0,970	1,449 – стандартная ошибка функции Y			
F-статистика	56,263	7,0 – число степеней свободы			
Регрессионная сумма квадратов	472,777	14,705 – 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 про нормировать найденные значения, разделив каждое из них на сумму их модулей по формуле:

$$G_i = G_i / \sum_{i=1}^n |G_i| \quad (4.12)$$

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

Таблица 4.7 – Коэффициенты весомости свойств камер при полной загрузке поста

Свойство камеры	Коэффициент нормирования	весомости
Площадь оборудования	0,394	
Потребление топлива	0,038	
Температура в режиме сушки	0,409	
Мощность теплового генератора	0,158	
Итого	1	

Как видно из таблицы 4.7, наибольшее значение имеет коэффициент весомости свойства «Потребляемая мощность», а также «Максимальная высота подъема». Остальные рассмотренные свойства стендов имеют на порядок меньшие значения коэффициентов весомости.

Подставляя в расчетную формулу нормированные значения показателей свойств камер, получим значение комплексного значения коэффициента качества для каждой модели покрасочных камер. Далее строим зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества. Уравнение регрессии (зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества) и статистические параметры модели приведены на рис. 1. Отметим высокую корреляцию (коэффициент детерминированности $R^2 = 0,3522$) параметров.

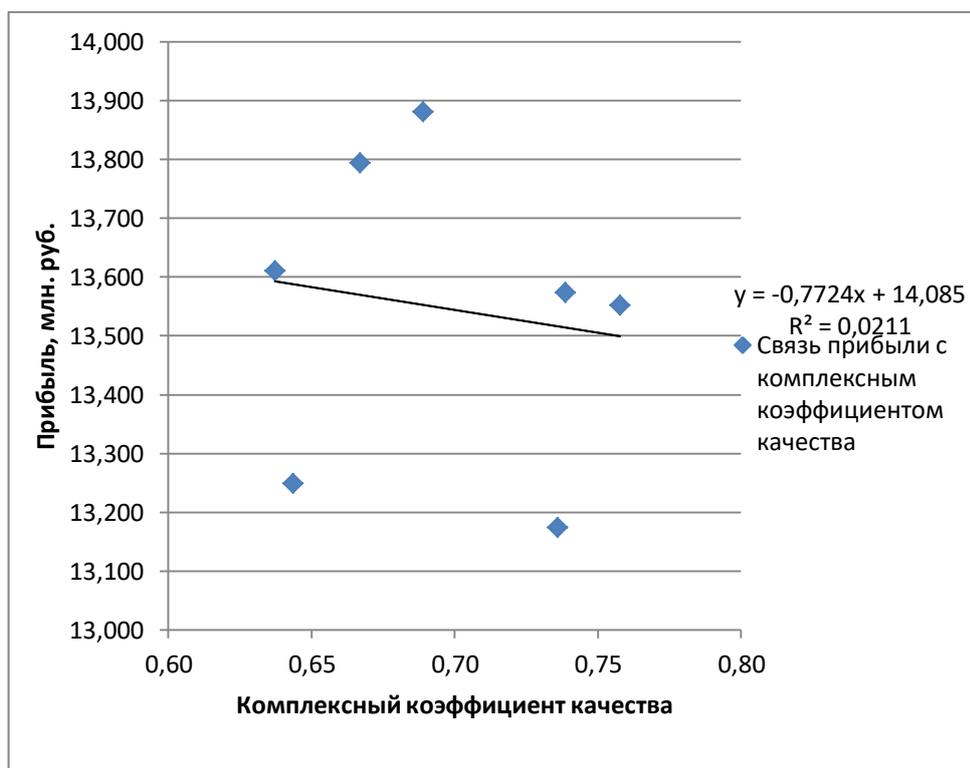


Рисунок 1 – Зависимость прибыли от комплексного коэффициента качества при полной загрузке поста.

Таблица 4.8 – Ранжированный по комплексному коэффициенту качества массив камеры в случае полной загрузки поста.

Модель	Мощность теплового генератора, кВт	Температура в режиме сушки, °С	Потребление топлива, кг/ч	Площадь оборудования, м ²	Прибыль, млн. руб.
ENERGO-S	0,846	0,800	0,229	0,286	13,552
ENERGO-S AIR BLUE	0,692	0,800	0,083	0,286	13,610
MB1-70.40.28-2M	0,231	0,080	0,667	0,286	13,793
SB-7427	0,077	0,800	0,917	0,286	13,174
CONQUER LMU1-EU1	0,062	0,200	0,917	0,171	13,880
PRESTIGE LMU1,5-EU 1,5	0,600	0,200	0,542	0,114	13,573
NORDBERG LUX	0,362	0,800	0,417	0,286	13,249
CT 6000	0,362	0,800	0,375	0,857	13,281

Проанализировав ранжированный ряд окрасочно-сушильных камер для условий полной загрузки поста наиболее эффективны модели (ENERGO-S; SB-7427; PRESTIGE LMU1,5-EU 1,5). При использовании данных моделей камер прибыль за период 7 лет составит соответственно (13,552; 13,174; 13,573 млн. руб).

По сравнению с худшими разница в прибыли CONQUER LMU1-EU1 составляет :

1. SB-7427 – 706000 руб.
2. NORDBERG LUX – 631000 руб.
3. CT 6000 – 599000 руб.

По сравнению с худшими разница по коэффициенту качества ENERGO-S составляет:

1. NORDBERG LUX – 0,12.
2. ENERGO-S AIR BLUE – 0,12.
3. MB1-70.40.28-2M – 0,09.

5 Анализ технических решений, их классификация.

5.1 Анализ технических решений

Производственные процессы в кузовном цехе завязаны на окрасочно-сушильную камеру. Покраска и сушка автомобиля – это финишный этап ремонтной работы. К подбору камеры и технологии покрасочных работ всегда приковано особое внимание. Было решено обратить внимание на зоны подготовки. Подготовка автомобиля к покраске занимает в несколько раз больше времени, чем сама покраска. Согласно расчетам экспертов, которые составлены на основе многолетних наблюдений, для оптимальной загрузки одной окрасочно-сушильной камеры необходимо иметь не менее 3 постов подготовки. Из соображений экономии многие владельцы СТО не следуют этому правилу. Одним не хватает свободных площадей, другим – финансовых средств. В моем случае по курсовому проекту «Проектирование предприятия» Малярный участок подразделяется на три отделения: два поста для подготовительных работ (снятие старой краски, грунтовка, шпатлевка и шлифовка поверхностей кузова легкового автомобиля); И один пост для окраски пульверизаторами – сушильная камера. В целях экономии времени и площади было принято решение усовершенствовать пост подготовки в окрасочную камеру.

Стационарная зона подготовки с пленумом включает в себя верхний пленум на опорах (либо подвесной) с группой фильтров для очистки воздуха, а также с напольными фильтрами в основании пола либо по периметру зоны. Поток воздуха будет идти вертикально, как в окрасочно-сушильной камере. В максимальной комплектации зона подготовки мало чем отличается от окрасочной камеры, помимо всего в максимальную комплектацию включена система подогрева воздуха.

Рассмотрим действующий образец поста подготовки максимальной комплектации

Описание WDK-510 WiederKraft Пост подготовки:

Пост подготовки к окраске с двумя рядами решеток. Опционально возможна установка 100% решетчатого пола. Пост предназначен для создания требуемых технологических условий при проведении подготовительных работ к окраске. В пленуме с опорой на столбах по всей площади установлены фильтры тонкой очистки. В комплект входят шторы для изоляции от основного помещения. Система освещения состоит из 32 ламп общей мощностью 512 Вт.

Пост подготовки оснащен приточным агрегатом мощностью 5,5 кВт с одним центробежным вентилятором. Приточная группа нагоняет потоки воздуха в рабочую зону поста подготовки, создавая в ней избыточное давление. Под воздействием давления отработанный воздух выходит в окружающую среду через систему вытяжки и установленные в ней вытяжные фильтры.

Система нагрева состоит из горелки и теплообменника из нержавеющей стали. В стандартную комплектацию поста подготовки входит дизельная горелка Riello 40F20 тепловой мощностью 202 кВт. Пульт управления располагается на внешней поверхности стены, отделяющей приточно-вытяжную группу от помещения рабочей зоны поста. Опционально возможно его расположение в любом удобном месте.

В комплекте:

Счётчик мот часов для определения наступления периода обслуживания камеры.

Лампы-индикаторы, информирующие о работе камеры.

Кнопки запуска и остановки работы поста подготовки.

Выключатель освещения.

Сетевой выключатель.

Альтернативные системы нагрева:

Дизельная горелка Riello RG5S большей тепловой мощности (300 кВт).

Газовая горелка Riello 40FS20 (200 кВт).

Газовая горелка Riello RS5 (300 кВт).

Система нагрева при помощи тепловых электрических нагревателей.

Система нагрева при помощи водяного пара.

Характеристики WDK-510 WiederKraft Пост подготовки:

Производитель WiederKraft

Мощность 6,98 кВт

Вентиляторы 5,5 кВт

Воздухообмен до 18000 м³/ч

Освещение 8 светильников по 4 светодиодные лампы лампы (16 Вт)

Монтаж На прямом

Рабочая зона 6050 x 3700 x 2700 мм

Размер 7250 x 3780 x 3200 мм



Рисунок 5.1 – Пост подготовки WDK-510 WiederKraft

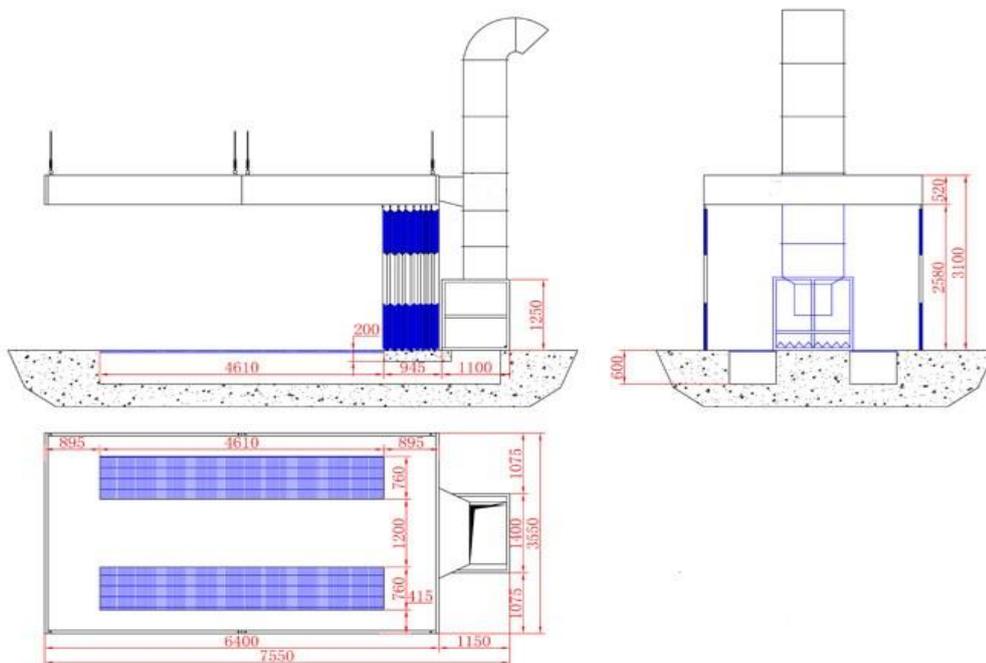


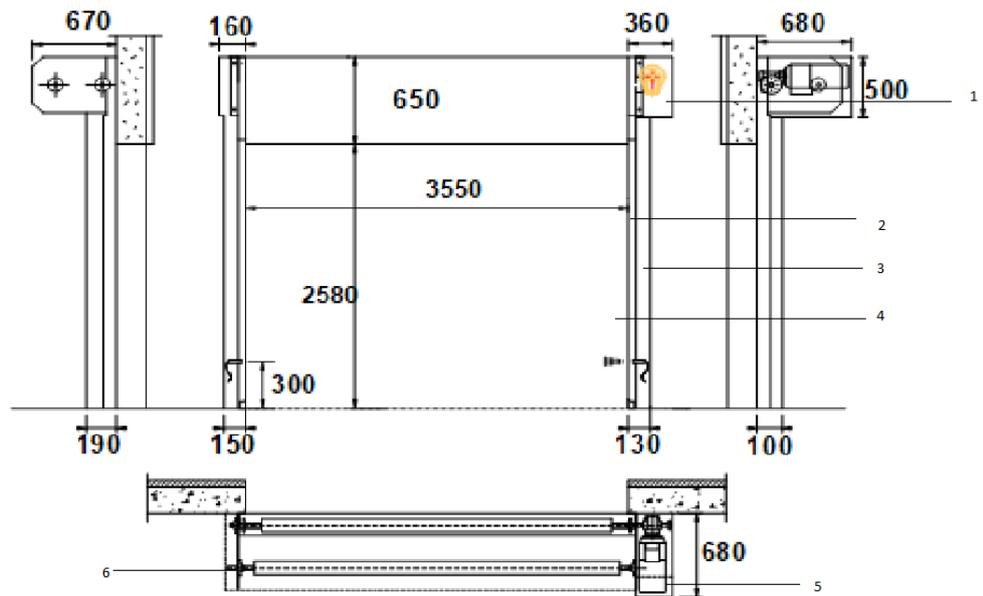
Рисунок 5.2 Пост подготовки WDK-510 WiederKraft (Вид общий)

5.2 Разработка образца оборудования

Для достижения поставленной задачи по повышению эффективности эксплуатации технологического оборудования, в частности существующий прототип «WDK-510 WiederKraft». Рис 3.1. Пост подготовки. Было решено внести (модернизировать) изменения, а именно: установить скоростные рулонные ворота из ПВХ с трех сторон для больших проемов марки M3 ALL Weather, установить подпорные стойки 4 шт. из профильной трубы на которых держится верхний пленум, закреплены Г-образный профиль с направляющими и смонтированы рулонные ворота с электроприводом.

Таблица 5.1 Технические характеристики рулонных ворот Weather :

Принцип действия:	Push-Pull - двигатель тянет полотно вверх при открытии ворот и толкает вниз при закрытии
Применение:	Ворота для проемов больших размеров с высокой ветровой нагрузкой. Внутри и снаружи помещений - торговля, склад, промышленность.
Макс. размеры (Ш x В):	8,000 x 5,500 мм
Ветровая нагрузка:	Для максимального размера до 700Па (скорость ветра до 110км/ч). Для ворот до Ш7,500 x В5,500 - до 1000Па (скорость ветра до 140км/ч).
Скорость открытия:	0,8 м/сек
Скорость закрытия:	0,4 м/сек
Полотно ворот:	Из усиленного ПВХ (PVC 900 гр/м ²). Цвета (RAL): желтый (1003), серый (7035), голубой (5002), красный (3000), зеленый (6005), оранжевый (2004), белый (9010).
Блок Управления (compact):	Стальной, окрашенный IP 54. Стандартно содержит: преобразователь частоты, магнитно-температурный выключатель, основной защитный выключатель, трансформатор 24 V, программируемый таймер для закрытия, счетчик циклов, реле фотоэлементов, радиоприемник WDD, кнопку открытия, кнопку экстренной остановки. Длина электрических кабелей соединяющих стандартные элементы ворот позволяет размещать БУ на расстоянии около 1200 мм от пола и 1000 мм от ворот со стороны двигателя
Питание:	Однофазное 220В, частота 50 Гц.



1. Короб вала.
2. Направляющие для движения полотна.
3. Крышка вертикальной направляющей.
4. Полотно ворот.
5. Электрический привод.
6. Вал.

Рисунок 5.3 - Пост подготовки WDK-510 WiederKraft (Вид спереди)

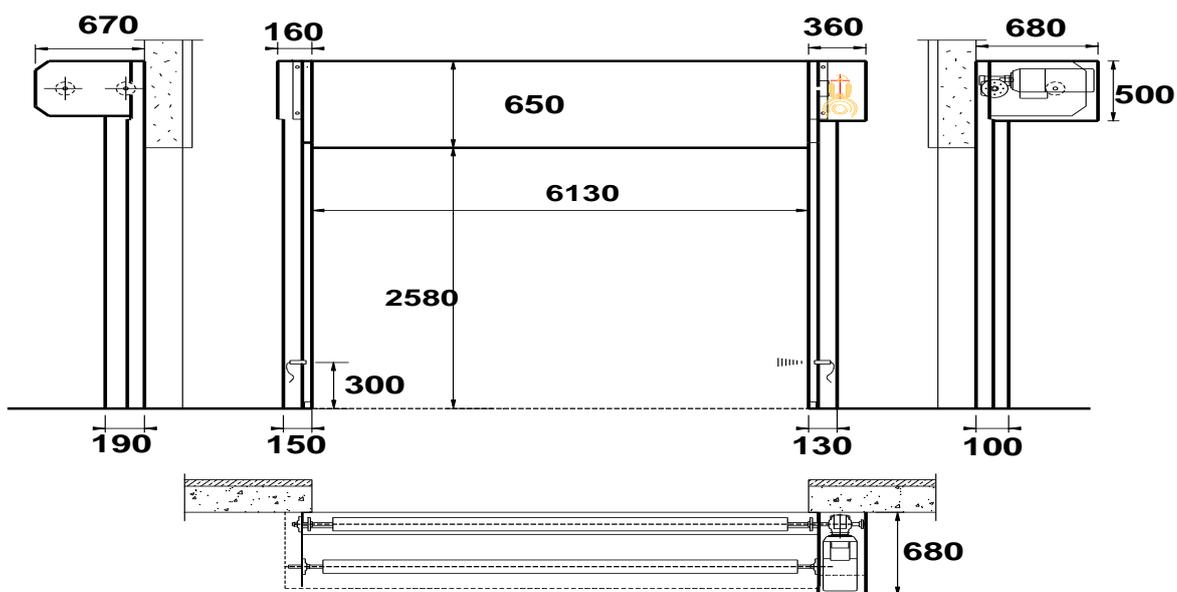


Рисунок 5.4 - Пост подготовки WDK-510 WiederKraft (Вид сбоку)

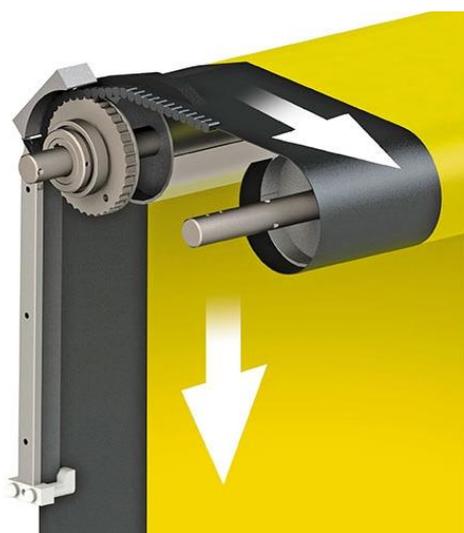


Рисунок 5.5 – Вал с полотном



Рисунок 5.6 – Направляющий профиль

Двигатель тянет полотно вверх при открывании ворот и толкает вниз при закрывании. Полотно ворот закреплено по бокам в специально разработанных направляющих, которые плотно примыкают к боковой рейке полотна. Исключено появление щелей и зазоров.

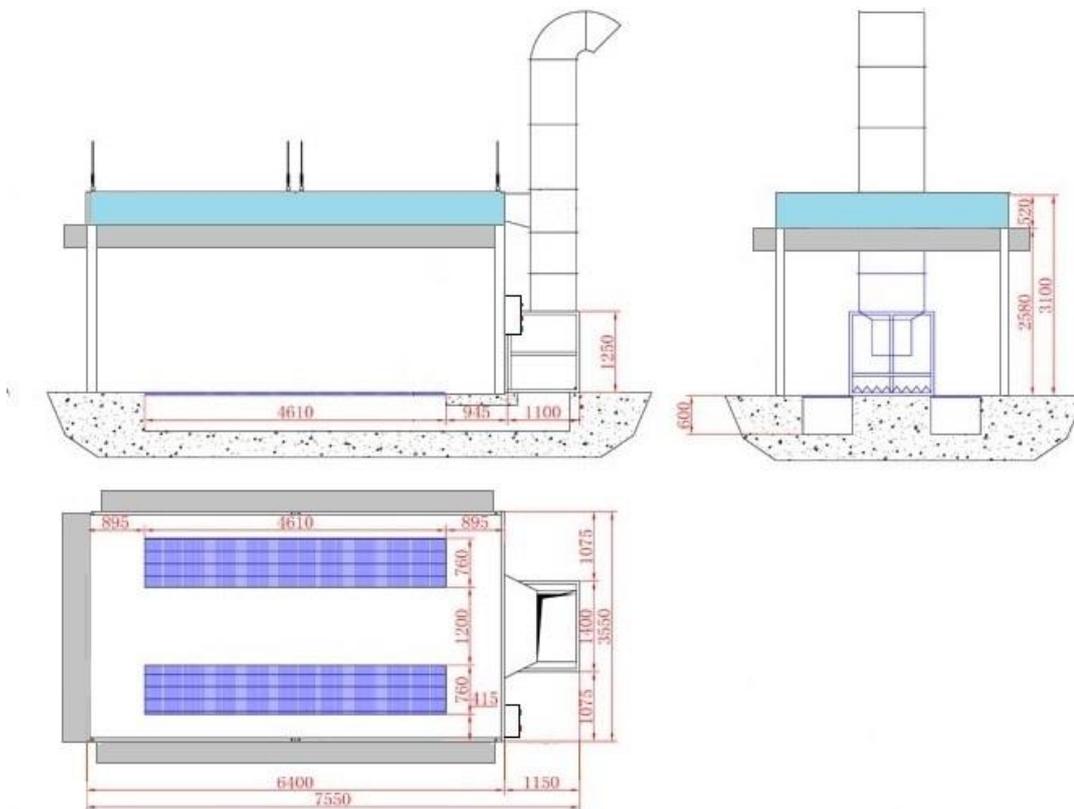


Рисунок - 5.6 Покрасочная камера в открытом виде.

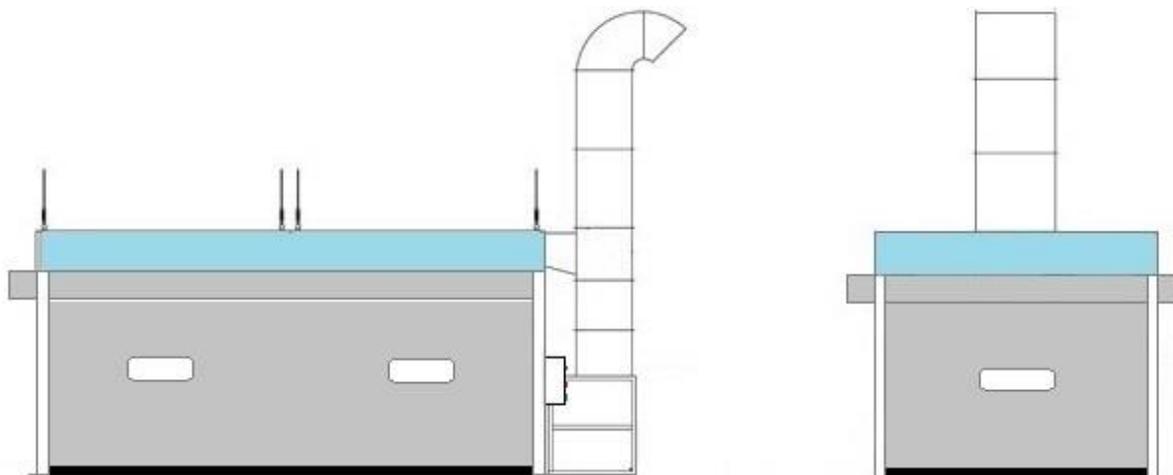


Рисунок - 5.7 Покрасочная камера в закрытом виде.

5.3. Расчет центрально-сжатых элементов

Для данной опорной конструкции выбираем квадратную трубу из стали С245 (Ст3пс5) со стороной 50 мм и длиной 2580 мм

Согласно Актуализированной редакция СНиП II-23-81 (СП16.13330,2011) расчет на прочность элементов из стали при центральном растяжении или сжатии силой P следует выполнять по формуле:

$$1) P / F_p * R_y * Y_c \leq 1, \quad (5.1)$$

где: P — действующая нагрузка, $15000\text{Н} = 150\text{кг}$; F_p — площадь поперечного сечения стойки, 50мм ; R_y — расчётное сопротивление материала (стали стойки), выбирается по таблице в соответствии со СНиП II-23-81 (СП16.13330,2011), $= 230$; Y_c — коэффициент условий работы по таблице 1 СНиПа (0.9-1.1). $= 1$ Проверку на устойчивость элементов сплошного сечения при центральном сжатии силой P следует выполнять по формуле:

$$\frac{150}{50 * 230 * 1} = 0,013 \leq 1$$

2) Гибкость (λ) — некоторая величина, характеризующая свойства рассматриваемого стержня в зависимости от его длины и параметров поперечного сечения, в частности радиуса инерции:

$$\lambda = L_r / i \quad (5.2)$$

$$\lambda = \frac{150}{1,92} = 78$$

Здесь L_r — расчётная длина стержня, 150 см ; i — радиус инерции поперечного сечения стержня (стойки, колонны). $= 1,92$.

Радиус инерции сечения i равен корню квадратному из выражения I / F_p , где I — момент инерции сечения, F_p — его площадь.

L_r (расчётная длина) определяется как μL ;

$$L_r = 258 * 0.5 = 129$$

здесь L — длина стойки $= 258\text{ см}$, а μ — коэффициент., зависящий от схемы её крепления:

1. «заделка-консоль»(свободный конец)- $\mu=2$;
2. «заделка-заделка»- $\mu=0.5$;
3. «заделка-шарнир»- $\mu=0.7$;
4. «шарнир-шарнир»- $\mu=1$.

Схему крепления стойки выбираем «заделка-заделка», отсюда коэффициент. равен $0,5$

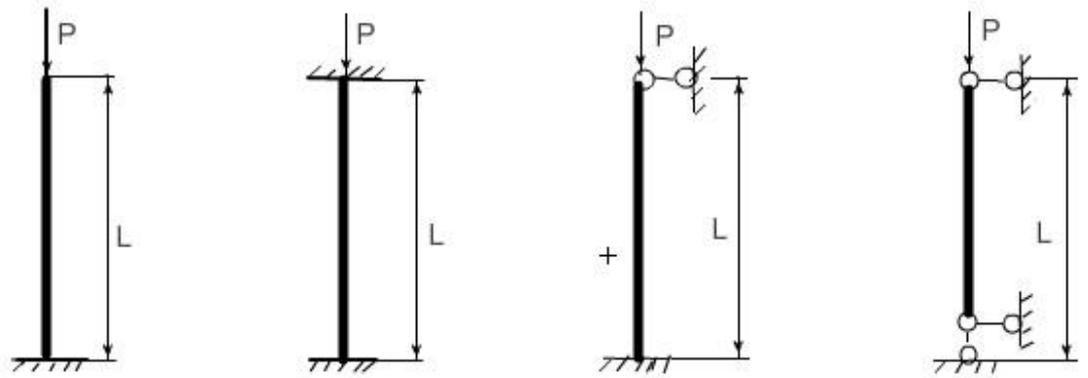


Рисунок 5.8 – Схема крепления стойки

Следует иметь в виду, что при наличии у формы поперечного сечения 2-ух радиусов инерции (например, у прямоугольника), при расчёте λ используется меньший. Кроме того, сама λ (гибкость стойки), рассчитанная по формуле $\lambda = Lr / i$ не должна превышать 150 в соответствии с табл. 19.СНиП II-23-81*; там же содержатся ограничения на предельную гибкость центрально-сжатых стержней.

Расчетное сопротивление выбранной стали 23,47 кг/см², фактическое сопротивление 17,73 кг/см² – не превышает расчетного.

Гибкость стойки $\lambda = 67,08$ не превышает предельно допустимую 150.

Соотношение заданной нагрузки P , длины L и размеров поперечного сечения стойки обеспечивают её устойчивость.

Устойчивость стенки обеспечена: $0,48 < 1,44$

Прочность обеспечена, запас 70,5%

Общая устойчивость: обеспечена $0.16 < 1$

Заключение

В своей практической деятельности СТО, оборудованные небольшими малярными участками, зачастую сталкиваются с проблемой низкой производительности малярного участка, трудностями в обеспечении качественной и чистой покраски автомобилей и значительными временными затратами на покраску автомобиля. Внедрение в работу СТО модернизированной покрасочной камеры позволит обеспечить дополнительный пост подготовки за счет объединения двух постов: покрасочной камеры и поста подготовки. Такое объединение позволит увеличить производительность малярного участка, снизить временные затраты на покрасочные работы и обеспечить чистоту и качество производимых работ.

Таким образом, внедрение в практическую работу СТО модернизированной покрасочной камеры экономически целесообразно, так как ведет к увеличению производительности участка, экономии времени и пространства, особенно на небольших малярных участках.

Список литературы

1. Основы маркетинга в сфере сервиса: метод. указания к курсовой работе / сост : В.Н. Катаргин, И.С. Писарев. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 52 с.
2. Проектирование предприятий автомобильного сервиса: учебнометодическое пособие / сост: А.В. Камольцева, С.В. Хмельницкий. Красноярск: СФУ, 2015. – 46 с
3. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания (2 издание) / Напольский Г.М. Москва: Издательство М. «Транспорт», 1993. – 272 с.
4. Основы проектирования, расчета и эксплуатации технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей: методические указания по курсовой работе / сост. И.М. Блянкинштейн. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 16 с.
5. Association of European Businesses. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aebrus.ru/>
6. Официальный сайт дилера TOYOTA в г. Красноярск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://toyota-medved.ru/>
7. Drive2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/>
8. Wiederkraft. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiederkraft.ru/>
9. ОптимаТрейд. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://optima-trade.ru/>
10. Dynaso. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dynaso.ru/>
11. ОНТП – Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта / утв. Протоколом концерна «Росавтотранс» от «07» августа 1991 г. №3. – 76 с.



Toyota Corolla



Toyota Camry



Toyota C-HR



Toyota Rav4



Toyota Highlander



Toyota Fortuner



Toyota Land Cruiser Prado



Toyota Land Cruiser 200



Toyota Hilux



Toyota Alphard



Toyota Hiace

Количество проданных автомобилей Toyota за период 10 лет

	Год									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Количество автомобилей в России, а/м, шт.	119505	153047	154812	161954	98149	94564	94238	108492	103597	91598
Количество автомобилей в Красноярском крае, а/м, шт.	2354	3115	3050	3206	1904	1843	1837	2115	2020	1786
Численность населения Красноярского края, тыс. чел.	2828	2838	2846	2853	2859	2866	2875	2846	2874	2867
Насыщенность, авт./1000 жит.	0,832	1,062	1,071	1,123	0,665	0,643	0,638	0,743	0,702	0,622
Насыщенность населения Красноярского края, тыс. чел.	0,832	1,894	2,965	4,088	4,753	5,396	6,034	6,777	7,479	8,101

Определение основных показателей

Временной период	Численность жит. региона, чел	Насыщенность легковых автомобилей, авт./1000 жит.	Доля владельцев услугими СТО	Средняя наработка на один автомобиль-заезд		Вероятностное распределение обслуживания на СТО авт.	
				Услугами СТО	Toyota	Toyota	Toyota
Текущий	2 866 255	8,101	0,8	12	1		
Перспект.	2 888 144	13	0,9	14	1		

Результаты расчета зависимости перспективного периода

Годы t_i $t_i = T_i - 2016$	n_{t_i} , авт./1000 жителей
5	8,71
6	9,29
7	9,82
8	10,29
9	10,71
10	11,07

Экспертная оценка СТО

№	Текущий период		Ближайшая перспектива				Распределение обращений по моделям автомобилей B_{kj} , %
	Годовой спрос M_k	Удовлетворенные спрос W_{kj} , %	Возможность увеличения числа обращений C_k				
			№ эксперта C_k				
			1	2	3	4	
1	28947	90	1,28	1,31	1,37	1,57	100

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

№ п.п.	Годы T_i	Годы t_i $t_i = T_i - 2016$ (лет)	Спрос (тыс. обращений в год)	u_i	Прирост спроса (тыс. обращений в год)	
					Δu_i	Δu_i
1	2016	0	19,176		0	
2	2017	1	21,511		2,34	
3	2018	2	23,916		2,4	
4	2019	3	26,653		2,74	
5	2020	4 = m	28,9		2,25	

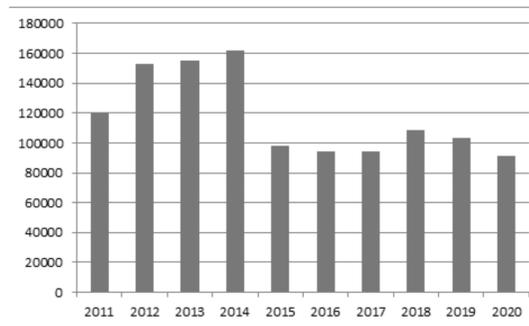
Оценка удовлетворенного спроса на услуги автосервиса

Номер СТО $k = (1, k)$	Годовой спрос M_k	Удовлетворение спроса W_k , %	Удовлетворенный спрос
			Всего M_{yk}
1	28947	90	26052

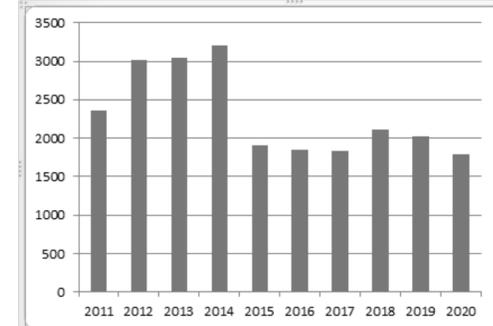
Прогнозная оценка динамики изменения спроса на услуги по окончанию строительства и запуска СТО

Годы t_i $t_i = T_i - 2016$	u_i , тыс. обращений в год
6	33,83
7	36,3
8	38,77
9	41,2
10	43,57
11	45,87
12	48,06
13	50,15
14	52,12

Количество проданных автомобилей Toyota в России за период 10 лет



Количество проданных автомобилей Toyota в Красноярском Крае за период 10 лет



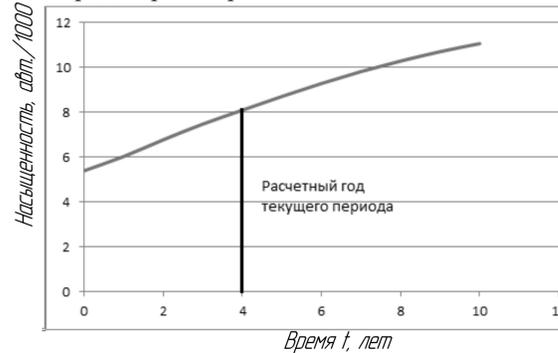
Динамика изменения насыщенности

№ п.п.	Годы T_i	Насыщенность авт./1000 жителей
1	2016	5,396
2	2017	6,034
3	2018	6,777
4	2019	7,479
5 (текущий период)	2020	8,101

Изменение и прирост насыщенности населения легковыми автомобилями на ретроспективном периоде

№ п.п.	Годы t_i	Насыщенность, n_i	Прирост насыщенности, Δn_i
1	0	5,396	0
2	1	6,034	0,638
3	2	6,777	0,743
4	3	7,479	0,702
5	4 = m	8,101	0,622

Графическая иллюстрация прогноза насыщенности города Красноярска автомобилями



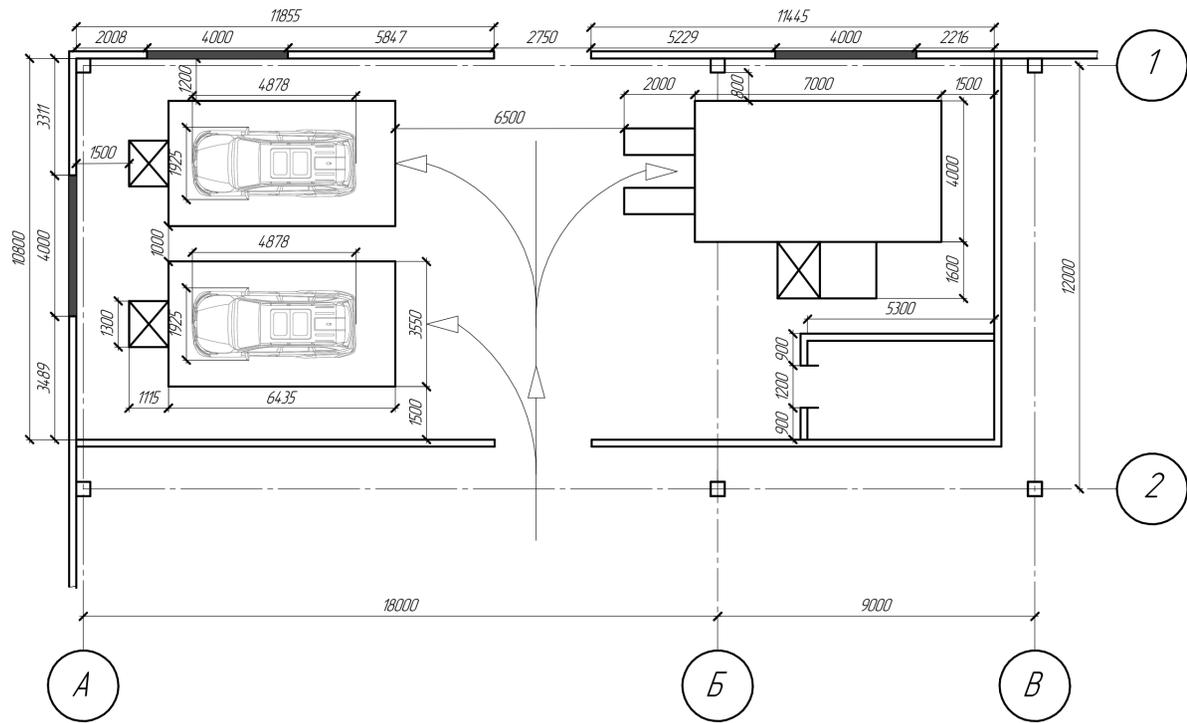
Основные показатели, характеризующие потребность города в услугах автосервиса

Временной период i	Кол-во автомобилей в регионе N_i	Средневзвешенный годовой пробег автомобиля L_i тыс. км	Средневзвешенная наработка на один автомобиле-заезд на СТО L_{t_i} тыс. км	Общее годовое кол-во заездов а/м региона на СТО N_{ti}
Текущий (1)	23220	18,7	12	28947
Перспективный (2)	37546	18,7	14	45135

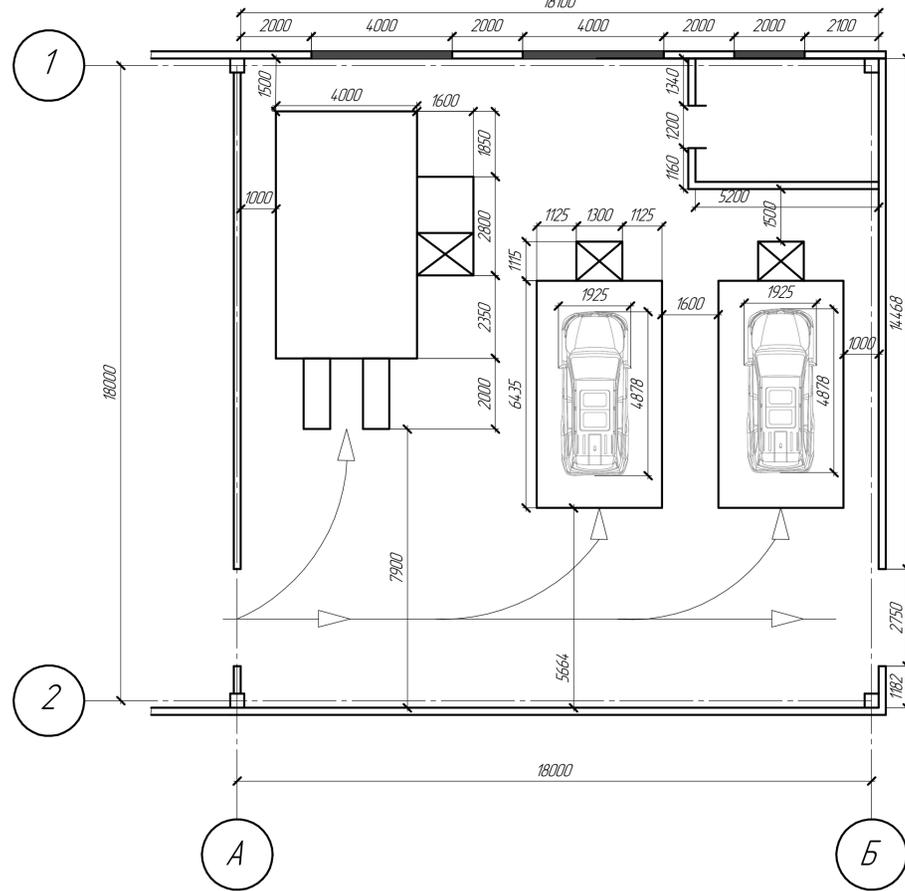
Оценка спроса на услуги СТО на перспективу

№ СТО	M_{yk}	Спрос, прогнозируемый экспертами N_{Ck}^p				Среднее значение прогнозируемого спроса по СТО N_k^p
		Номер экспертов, $C_k = (1, C_k)$				
		1	2	3	4	
1	26052	33346	34128	35691	40901	36017

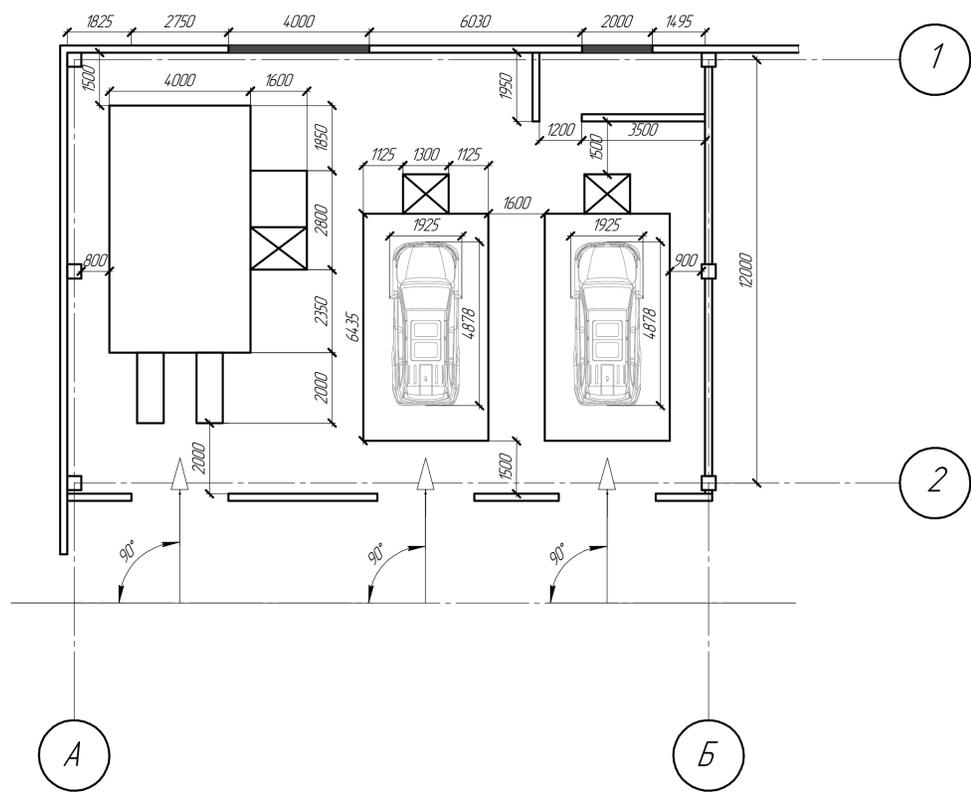
Вариант 1
281,34 м²



Вариант 2
333,04 м²



Вариант 3
226,25 м²



Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Стоимость оборудования	3733 тыс. руб	3733 тыс. руб	3733 тыс. руб
Площадь участка	281,34 м ²	333,04 м ²	226,25 м ²
Габариты участка	10800x26050	18100x18400	18100x12500
Схема планировочного решения	двухрядная	однорядная	однорядная

Длина	4878мм
Ширина	1925мм
Высота	1730мм

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Варианты планировочных решений маячного участка	Лит	Масса	Масштаб
								1:100
Разраб.		Мельников А.С.				Лист 2	Листов 4	
Проб.		Мальчиков С.В.						
Т.контр.								
Инконтр.								
Утв.		Воеводин Е.С.						

Лист 2 из 4
Лит. А
Масштаб 1:100
Инв. № 01/03/2023/071728669
Имя Фамилия Имя Отчество
Подпись
Дата

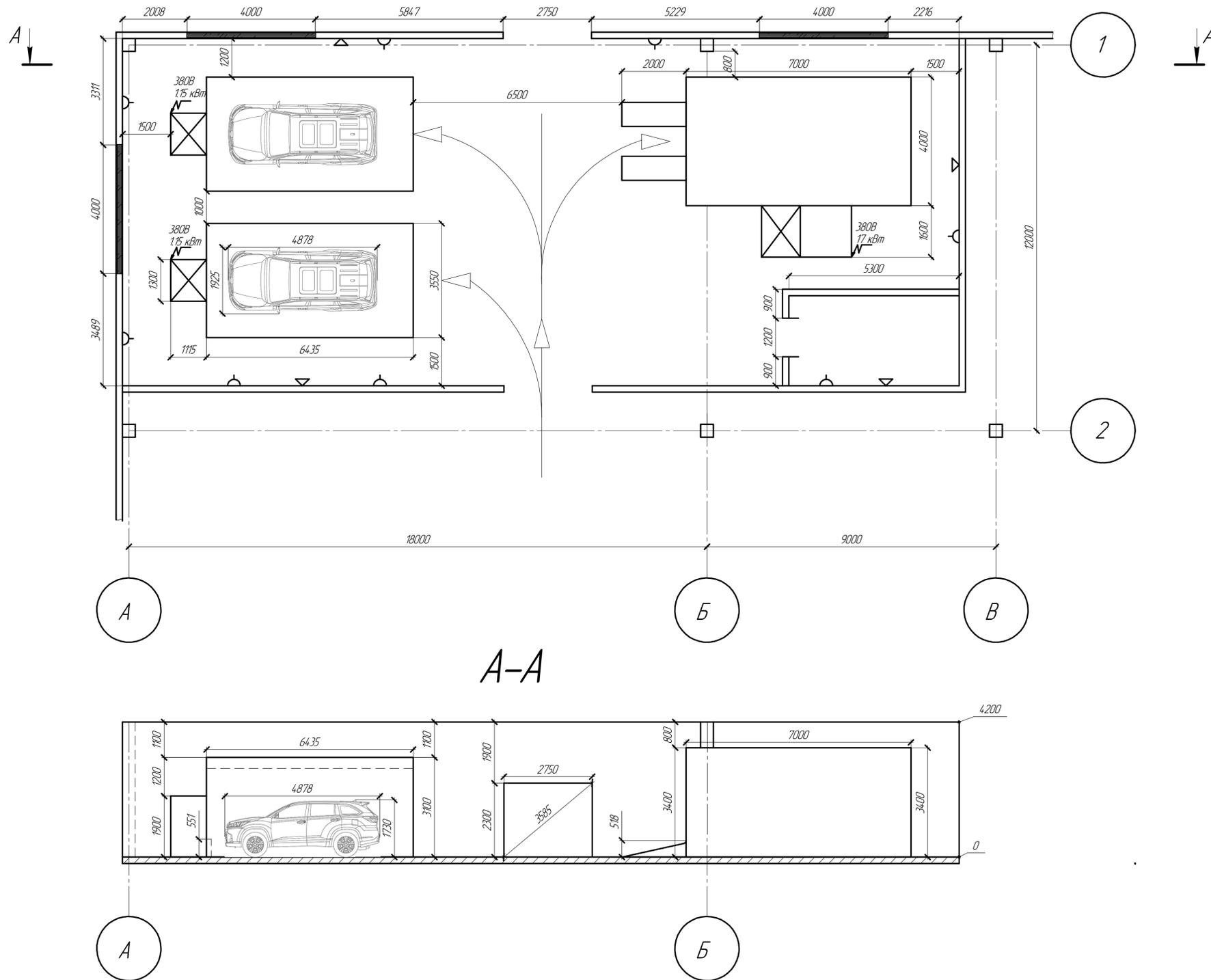


Таблица 1 - Характеристика помещений предприятия по категориям работ и влаговыделениям

Наименование участка	Расчетная температура воздуха t_c	Категория работ	Влаговыделения
Малярный	16	Средней тяжести IIб	Отсутствуют

Таблица 2 - Разряды зрительных работ при искусственном и естественном освещении для помещений предприятия по обслуживанию автомобилей

Наименование участка	Разряд и подразряд работ при искусственном освещении	Система искусственного освещения
Малярный	V-a	Общая

Таблица 3 - Характеристика полов и отделки помещения

Наименование участка	Полы	Отделка		
	Порядковый номер покрытия по СНиП 2.03.13-88	Стен	Потолок	Панели
ТО и ТР	2,4,23,24	Известковая окраска	Известковая окраска	Водоотталкивающая краска высотой 1,8 м

Таблица 4 - Основные обозначения

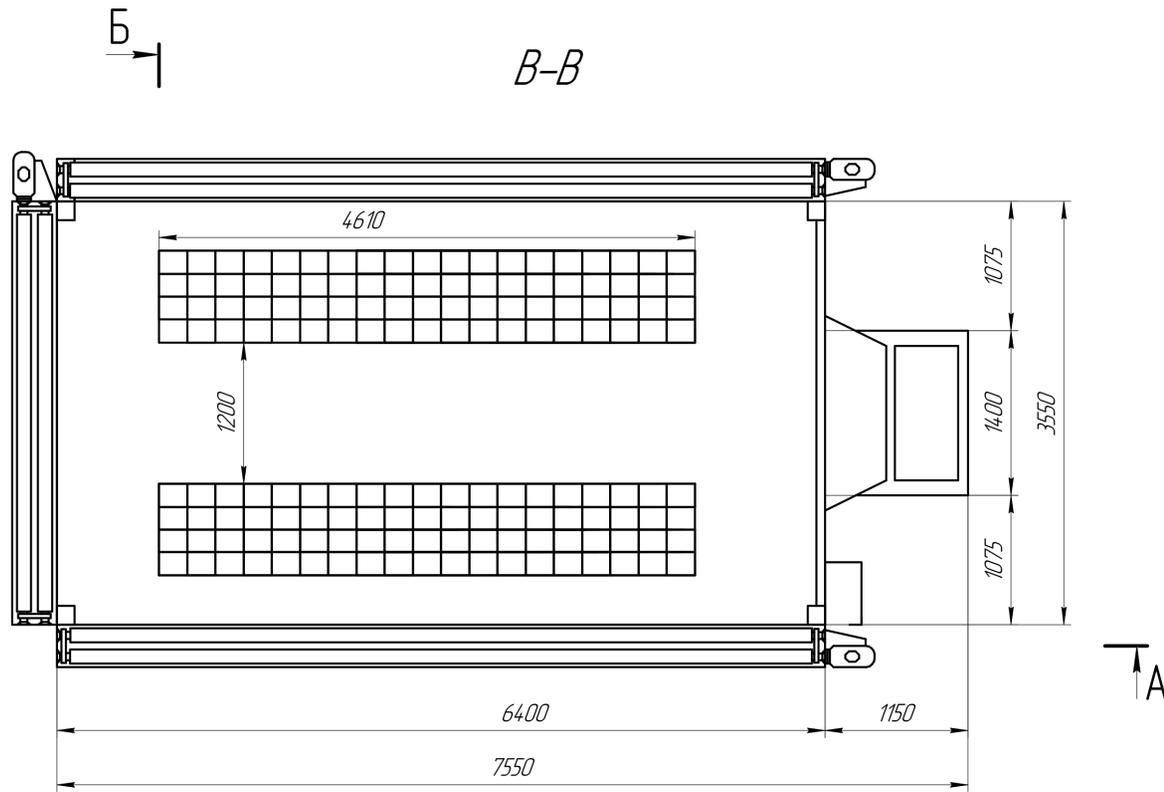
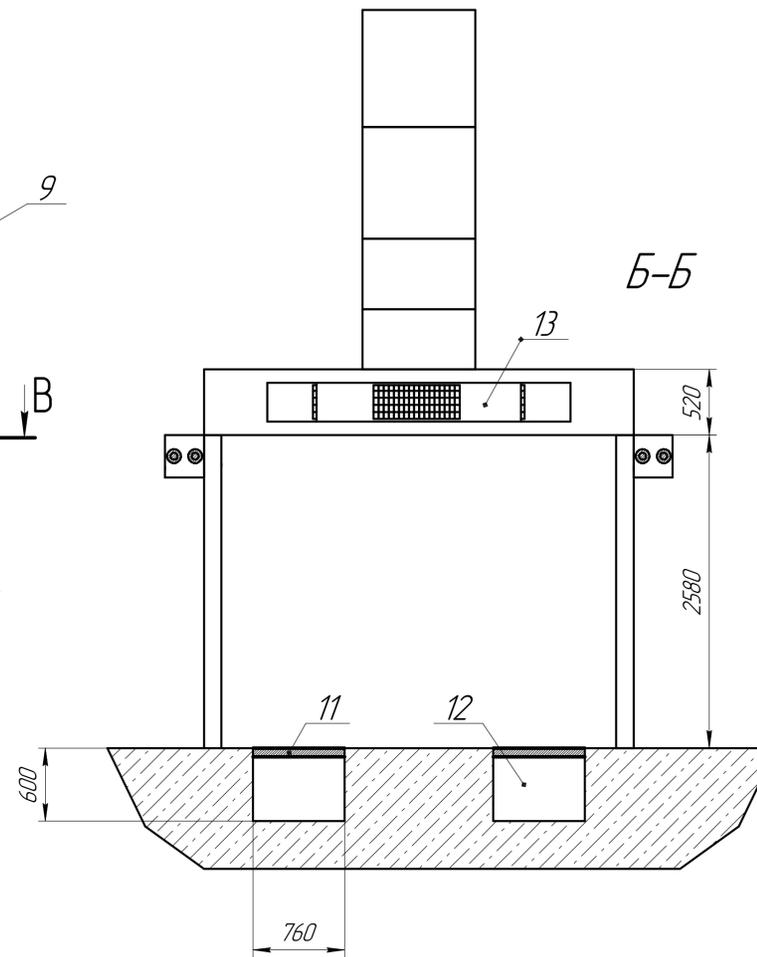
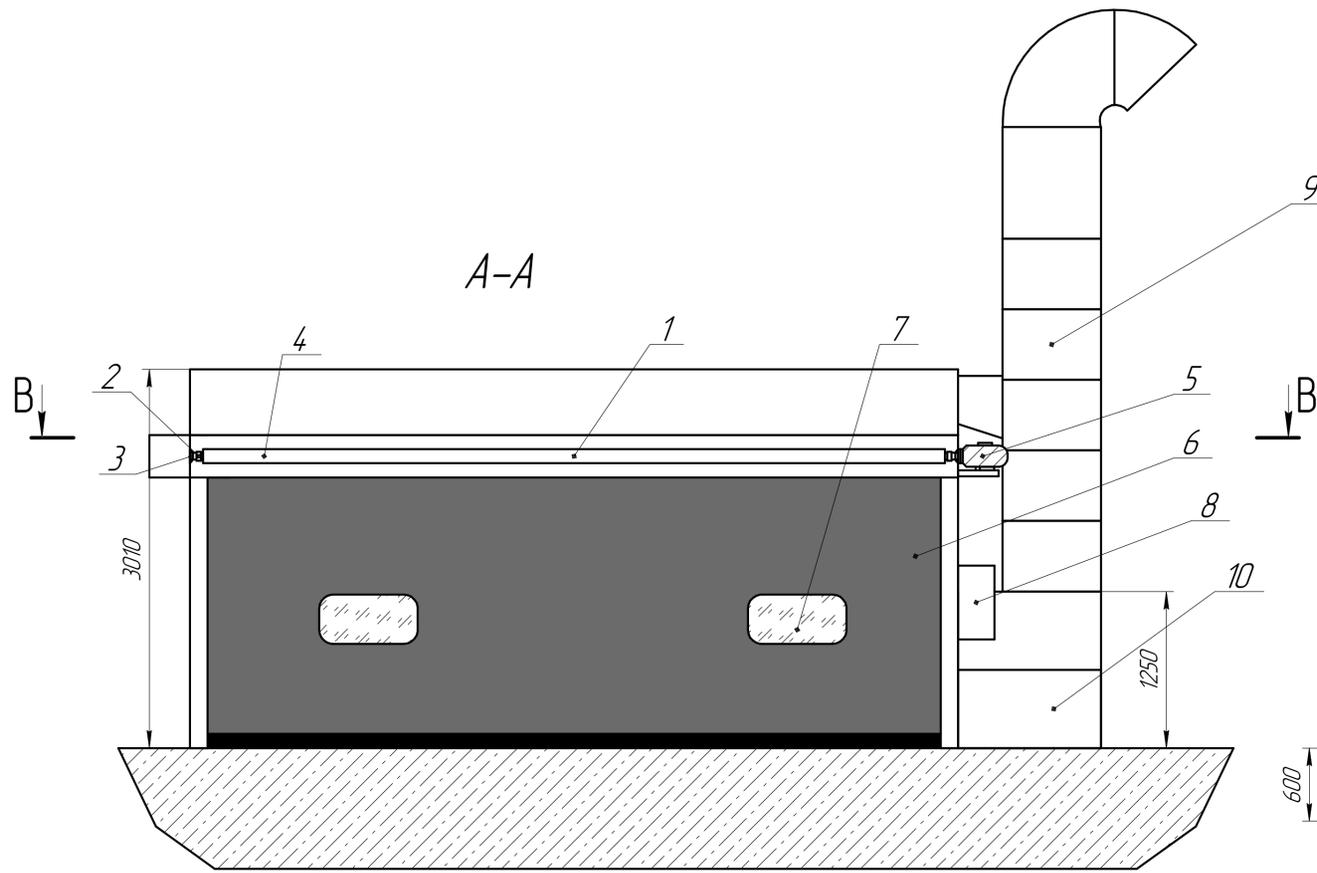
Наименование символа	Символ
Разетка	⊖
Электричество	⚡
Воздух	▷

Таблица 5 - Габаритные размеры Toyota Highlander

Длина	4878мм
Ширина	1925мм
Высота	1730мм

ВКР 23.03.03 071728669				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Малярный участок СТО	
Разраб.	Мельников А.С.				175	
Проб.	Мальчиков С.В.				Лист 3	Листов 4
Т.контр.					3ФТ17-06Б	
И.контр.						
Утв.	Воеводкин Е.С.					

Перед. измен. Справ. № Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № вв. Подп. и дата. Инв. № подл.



№	Наименование	Количество	Характеристика/Примечание
1	Защитный кожух	3	
2	Гибкая связь между валами	6	
3	Подшипник качения	12	
4	Вал	6	
5	Электродвигатель	3	IP 65, без тормоза, 4-х полюсный, управляемый преобразователем частоты. Мощность: 1,5кВт.
6	Полотно ворот	3	ПВХ (PVC 900 гр/м2)
7	Смотровое окно	5	
8	Пост управления	1	С пультом дистанционного управления
9	Вентиляционный канал	1	
10	Приточно-вытяжная система	1	5,5кВт, производительность 12000 м3
11	Вентиляционная решетка	2	
12	Вентиляционная канава	2	
13	Пленум с фильтрами	1	
14	Опорная стойка	4	

ВКР 23.03.03 071728669 В0				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Усовершенствованный пост	
Разраб.	Мельников А.С.				1:100	
Проект.	Мальчиков С.В.				Лист	Листов 1
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.	Воеводич Е.С.					

Известковая окраска

Известковая окраска

Водостойкая краска
высоты 1,8 м

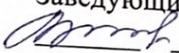
Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Транспорт

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин

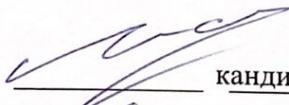
«16» 06 2022г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Совершенствование технологии сервисного обслуживания автомобилей марки
TOYOTA в г. Красноярске

Руководитель



кандидат техн. наук, доцент

С.В. Мальчиков

Выпускник

 14.06.2022

А.С. Мельков

Красноярск 2022