

*Проект «Инженерные кадры Зауралья»*

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Курганский государственный университет» (КГУ)

Кафедра «Автомобильный транспорт и автосервис»

**ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Часть первая*

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
для студентов направления 190600.62

Курган 2014

Кафедра: «Автомобильный транспорт и автосервис»

Дисциплина: «Производственно-техническая инфраструктура предприятий»  
(направление 190600.62).

Составил: канд. техн. наук, доцент В.Н. Шабуров.

Утверждены на заседании кафедры «25» сентября 2014 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта «Инженерные кадры Зауралья» «20» декабря 2013 г.

# ОБЩАЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы по дисциплине проводятся с целью практического освоения теоретического материала и закрепления знаний, полученных в лекционных курсах.

Учебно-методическое руководство студентами осуществляет преподаватель, в помощь которому на всё время проведения занятий прикрепляется учебный мастер кафедры.

В начале каждого занятия студенты знакомятся с теоретическими вопросами и методическими указаниями по проведению работы. Преподаватель проверяет правильность усвоения студентами теории и методики, контролирует качество выполнения работы студентами, даёт указания по устранению допущенных ими ошибок.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

#### 1 Цель работы

Изучение последовательности технологического расчета предприятий автомобильного транспорта.

#### 2 Общие положения

Проектирование и последующее строительство или реконструкция предприятия представляют собой важный и ответственный этап в развитии как самого предприятия, так и всей отрасли в регионе. В его основу должны быть положены прогрессивные технологии ТО, Д и Р автомобилей, оптимальная механизация работ, рациональные планировки производственных, складских и вспомогательных помещений, современные материалы и конструкции зданий.

Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта включает следующие основные этапы:

- обоснование типа и мощности предприятия;
- разработка организационно-технологической схемы предприятия;
- технологический расчет предприятия;
- разработка технологической планировки предприятия;
- технико-экономическая оценка проекта;
- подготовка заданий для других специалистов.

Наиболее важными этапами являются разработка организационно-технологической схемы предприятия и последующий технологический расчет предприятия.

Организационно-технологическая схема (рисунок 1.1) показывает возможные процессы, происходящие внутри предприятия, для обеспечения выполнения установленного набора работ, их последовательность и взаимосвязь. Такую схему необходимо разрабатывать в самом начале технологического проектирования, тогда и расчет и планировка предприятия будут вестись более целенаправленно, меньше вероятность того, что будут упущены какие-то важные основные или промежуточные процессы (работы).

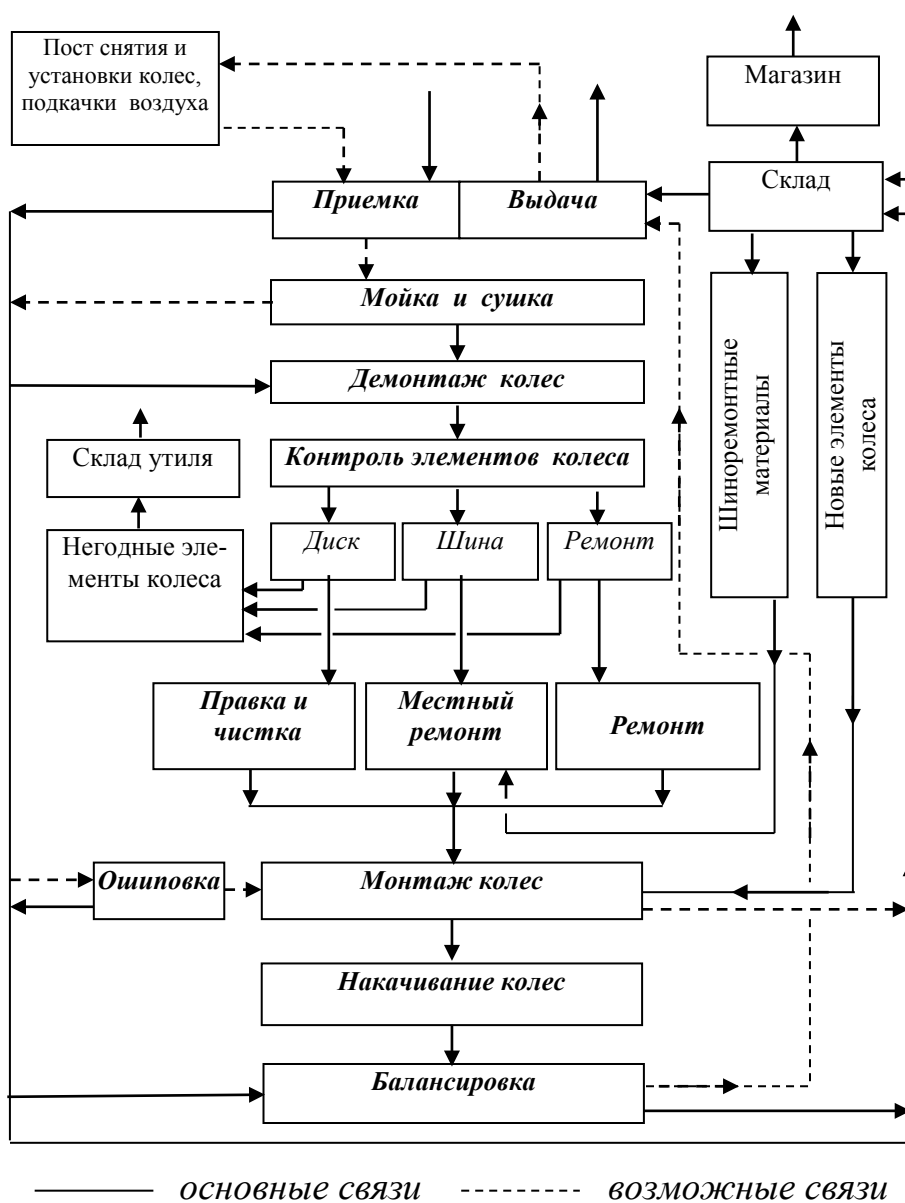


Рисунок 1.1 – Пример организационно-технологической схемы участка по ремонту шин и колес

Потребность в производственно-технической базе (ПТБ) определяется технологическим расчетом предприятия.

**Задачей технологического расчета** является определение необходимых данных для разработки планировочного решения предприятия автосервиса (численности персонала, количества рабочих постов и автомобиле-мест ожида-

ния и хранения, площадей производственных, складских и вспомогательных помещений).

Общий порядок технологического расчета предприятия:

- выбор основных исходных данных;
- расчет производственной программы ТО, Д и Р;
- определение годовой трудоемкости ТО, Д, ТР, вспомогательных работ;
- расчет численности производственных и вспомогательных рабочих;
- расчет числа постов ТО, Д, ТР;
- определение площади производственно-складских помещений, зон ожидания и хранения;
- обобщение и подготовка результатов расчета к планировке.

Полученные значения числа постов, линий, площадей производственно-складских и вспомогательных помещений используются для разработки планировки АТП (генплан, производственный корпус, планировки зон, цехов, складов и др.).

### **Производственная программа**

Основополагающей частью технологического расчёта является **производственная программа** ТО, Д, Р автомобилей.

Производственная программа АТП определяется в количестве обслуживаний каждого вида, кроме сезонного, на весь парк в год и в сутки (годовая и суточная производственная программа). Производственная программа по ТР в количестве ремонтов не определяется, а в последующем находится сразу годовой объём работ в чел.-ч.

Применяется несколько методов расчёта производственной программы: цикловой, ускоренный по годовому пробегу и методика уточнённых расчётов.

*Сущность циклового метода* заключается в том, что сначала определяется количество обслуживаний за цикл эксплуатации (осреднённый пробег до КР) на 1 автомобиль, а затем производится с помощью коэффициента цикличности  $N_{ц}$  пересчёт на число обслуживаний в год на весь парк.

*При ускоренном расчёте* годовая программа определяется делением общепаркового годового пробега на периодичность соответствующего вида обслуживания.

Оба метода дают приблизительно одинаковые по точности результаты и отличаются лишь последовательностью и числом расчётных операций. Их общий недостаток состоит в том, что они не учитывают целый ряд конкретных условий реальных АТП, по этому они применяются только для типового проектирования.

Производственная программа СТОА может определяться, как количеством выполняемых работ в год (исходя из существующего числа обращений или исходя из вероятности поступления заявок), так и годовой трудоемкостью работ по ТО и Р автомобилей, обслуживаемых станцией (используется чаще для типового проектирования комплексных предприятий).

### Расчет численности персонала

Технологически необходимое ( $P_m$ ) и штатное ( $P_{ш}$ ) число производственных рабочих участкам рассчитывается по формулам:

$$P_m = \frac{T_i}{\Phi_n}, \quad P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_n}, \quad (1.1)$$

где  $T_i$  – годовая трудоемкость работ на соответствующих постах и участках;  
 $\Phi_n, \Phi_s$  – соответственно, годовой номинальный фонд (фонд времени технологического рабочего) и эффективный (фонд времени штатного рабочего).

Таблица 1.1 – Годовые фонды времени производственного персонала

Наименование профессии	Годовой фонд времени рабочего, ч	
	Номинальный	Эффективный
Маляр	1830	1610
Все прочие профессии	2070	1820

Принятая численность рабочих устанавливается в пределах округления расчетного значения до целого числа. При небольших объемах работ, когда расчетное количество рабочих составляет менее единицы, следует совмещать технологически однородные работы, поручая их одному исполнителю. Общее суммарное число принятых рабочих не может быть меньше общего суммарного расчетного количества рабочих.

### Расчет постов и мест ожидания и хранения

**Рабочие посты** предназначены для технического воздействия на автомобиль, поддержания и восстановления его технически исправного состояния и внешнего вида, т.е. для выполнения уборочно-моечных, противокоррозионных работ, диагностирования, ТО и ремонта, предпродажной подготовки автомобилей.

Число рабочих постов –  $X_i$  данного вида обслуживания или для выполнения  $i$ -го вида работ определяется исходя из годовой трудоемкости постовых работ данного вида, по формуле:

$$X_i = \frac{T_{ni} \cdot \varphi}{D_{pg} \cdot C \cdot T_{cm} \cdot P_{ni} \cdot \eta}, \quad (1.2)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования рабочего времени поста (0,9-0,95);  
 $\varphi$  – коэффициент неравномерности поступления автомобилей (1,15-1,2);  
 $P_{ni}$  – среднее число рабочих на посту.

Среднее число рабочих на посту  $P_{ni}$  рекомендуется принимать:

- для ТО и уборочно-моечных работ – 2 человека,
- для окрасочных работ – 1,5 человека,
- для всех остальных работ один человек.

Универсальные посты ТР должны быть оснащены подъемно-осмотровым оборудованием согласно рекомендациям.

**Вспомогательные посты** – это автомобиле-места, на которых выпол-

няются технологически вспомогательные операции (подготовки и сушки автомобилей после покраски, сушки после мойки и т.д.). Общее число вспомогательных постов может быть принято 0,25-0,5 на один рабочий.

**Автомобиле-места ожидания** предусматриваются на производственных участках для автомобилей, ожидающих постановки на рабочие посты.

Количество автомобиле-мест ожидания может быть принято 0,3-0,5 от числа рабочих постов. *Количество постов ожидания  $X_{ож}$  перед постами мойки определяется, исходя из 15-25% часовой программы  $EO_c$ , перед постами ТО-1, Д-1, исходя из 10-15% сменной программы, перед постами ТО-2, Д-2, исходя из 30-40 % сменной программы, а перед постами ТР в количестве 20-30% от их числа.*

**Автомобиле-места хранения** принимаются по количеству транспортных средств в парке АТП или предусматриваются для готовых к выдаче автомобилей и принятых в ТО и Р для сервисных предприятий.

### Методы расчета площадей помещений АТП

Для определения площадей производственно-складских помещений используют следующие методы:

- по удельной площади на один пост или рабочее место;
- по площади занимаемой оборудованием;
- по планировочному решению.

**Площадь зон**, где располагаются рабочие посты и автомобиле-места, ориентировочно может быть определена по формуле:

$$F_{zi} = L_a \cdot B_a \cdot X_i \cdot K_o, \quad (1.3)$$

где  $L_a$ ,  $B_a$  – длина и ширина автомобиля, м;

$X_i$  – число постов в зоне;

$K_o$  – коэффициент плотности расстановки постов, рекомендуется принимать следующие значения: 4-5 – при поточном методе обслуживания, 5-7 – при обслуживании на универсальных постах, 2-3 – при расчете зон хранения и ожидания.

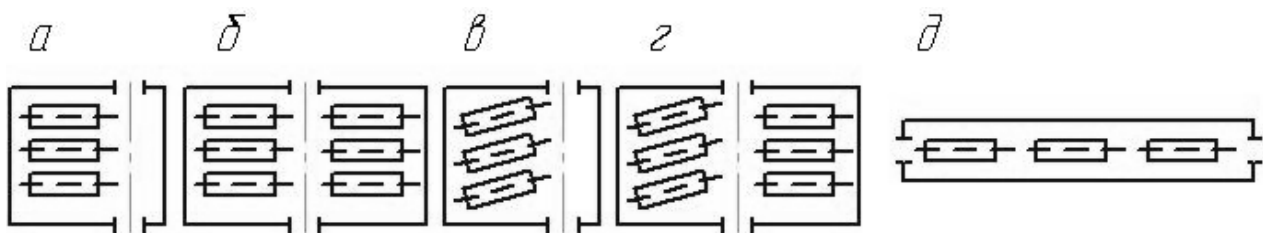
Наиболее распространённые схемы расположения постов в зонах ТО и ТР приведены на рисунке 1.2.

**Площади производственных цехов** ориентировочно может быть определена *по удельной площади на одного производственного рабочего* из числа одновременно работающих в цехе:

$$F_{цi} = f_1 + f_2 \cdot (P_T - 1), \quad (1.4)$$

где  $f_1$ ,  $f_2$  – соответственно, удельная площадь на первого рабочего и на каждого последующего, м<sup>2</sup> (таблица А1 приложения А);

$P_T$  – число технологически необходимых рабочих, одновременно работающих в наиболее многочисленной смене, чел. (обычно это первая смена). При двухсменной работе принимают 70% рабочих в первую смену, 30% – во вторую.



*а* – тупиковое, однорядное, прямоугольное; *б* – тупиковое, двухрядное, прямоугольное; *в* – тупиковое, однорядное, косоугольное; *г* – тупиковое, двухрядное, комбинированное; *д* – прямоточное

Рисунок 1.2 – Схемы расположения постов в зонах ТО и ТР

**Второй метод** – по площади помещения, занимаемой оборудованием в плане  $f_{об}$  и коэффициенту плотности его расстановки  $k_{пл}$ :

$$F_{цп} = f_{об} \cdot k_{пл}. \quad (1.5)$$

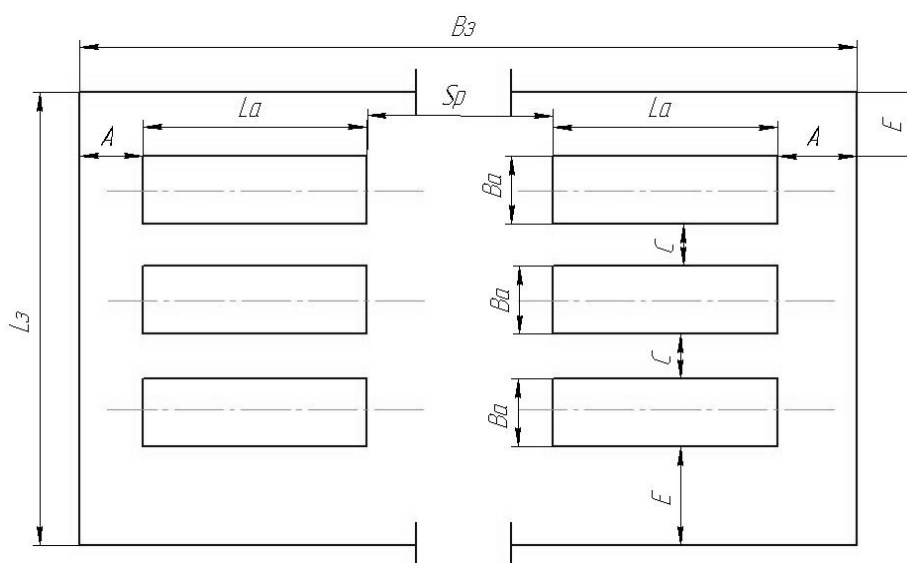
Последовательность расчета следующая. Вначале, составляется ведомость технологического оборудования по цеху (таблица 1.2). Затем определяется суммарная площадь, занимаемая оборудованием.

Далее, зная  $f_{об}$  и  $k_{пл}$  (таблица А2 приложения А), рассчитывается площадь цеха по формуле. Этот метод позволяет достаточно точно определить площадь.

**Третий метод – по планировочному решению цеха.**

После подбора оборудования цеха в масштабе производится его планировка с расстановкой оборудования. При этом проходы между оборудованием и расстояние от него до стен или колонн выбираются в соответствии с нормами расстановки технологического оборудования. Затем по данной планировке, используя масштаб, находится площадь помещения.

Пример определения длины и ширины зоны обслуживания рассмотрен ниже (рисунок 1.3).



$Sp$  – ширина проезда, м;  $A$ ,  $E$ ,  $C$ , – нормируемые расстояния, м

Рисунок 1.3 – Схема планировки зоны



Для данного случая:

$$L_3 = 2 \cdot E + 3 \cdot Ba + 2 \cdot C,$$

$$B_3 = 2 \cdot A + 2 \cdot La + Sp.$$

### Определение количества оборудования

Количество оборудования определяется по степени его использования в технологическом процессе.

Если оно полностью загружено в течение рабочей смены, то его количество рассчитывается по трудоемкости работ на данном оборудовании:

$$Q_o = \frac{T_o}{D_{pz} \cdot C \cdot T_{cm} \cdot \eta_o \cdot P_o}, \quad (1.6)$$

где  $T_o$  – годовая трудоемкость работ по данной группе оборудования, чел.-ч;

$\eta_o$  – коэффициент использования оборудования (0,6-0,9);

$P_o$  – число рабочих, одновременно работающих на данном оборудовании.

Таким способом может определяться количество станочного оборудования для слесарно-механического участка.

Если оборудование используется периодически, то его количество может быть установлено по таблице оборудования.

Число моечных установок, подъемников, стендов для правки кузовов, диагностических стендов определяется числом соответствующих рабочих постов.

Оборудование общего назначения (верстаки) рассчитывается по числу рабочих.

Количество подъемно-транспортного оборудования (поворотные краны, монорельсы с тельферами, кран-балки и др.) определяется, исходя из количества зон, участков и складов, в которых предусматривается механизация подъемно-транспортных операций.

Источниками информации, кроме таблицы, являются каталоги различных фирм, производящих и торгующих технологическим оборудованием для автосервиса в том числе по адресам в интернете.

## 3 Порядок выполнения работы

1 Получить у преподавателя индивидуальное задание на лабораторную работу: наименование и схему (рисунок Б1 приложения Б) проектируемого участка.

2 Составить организационно-технологическую схему участка.

3 Определить годовую трудоемкость работ, которая может быть выполнена на имеющейся производственной площади, по формуле.

$$T = \frac{S \cdot D_{pz} \cdot C \cdot T_{cm} \cdot P_{ni} \cdot \eta_s}{L_a \cdot B_a \cdot K_o}, \quad (1.7)$$

где  $\eta$  – коэффициент использования производственной площади (0,7-0,85).

- 4 Провести технологический расчет участка.
- 5 Определить перечень и количество оборудования для участка по форме таблицы 1.2
- 6 Оформить отчет по работе.

Таблица 1.2 – Ведомость технологического оборудования участка

Наименование оборудования	Количество оборудования
<b>Технологическое оборудование</b>	
Стенд для сборки и разборки двигателей автомобилей	1
Подъемник двухстоечный	2
...	
<b>Приспособления и инструмент</b>	
Набор инструмента автомеханика	2
...	
<b>Организационная оснастка</b>	
Верстак	2
Стеллаж для деталей	1
...	

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2**

### **ВЫБОРА И ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

#### 1 Цель работы

Изучение методов выбора и оценки технологического оборудования.

#### 2 Общие положения

При проектировании нового предприятия или реконструкции действующего предприятия выбирают номенклатуру (перечень), типы и модели технологического оборудования, определяют его количество и производят расстановку на производственных площадях.

Номенклатуру и количество технологического оборудования производственных участков принимают по табелю технологического оборудования и специального инструмента для ПТС, требованиям продуцентов (заводов-изготовителей) автомобильной техники (для дилерских ПТС) или рекомендациям консалтинговых фирм в зависимости от размера ПТС с учетом ее специализации по определенной модели автомобилей или видам ТО и Р.

Номенклатура, количество оборудования, его мощность и пропускная способность, а также размещение на производственной площади должны удовлетворять нескольким условиям, в том числе:

- требованиям технологического обеспечения производства;
- поэлементной пропорциональности;
- повременной (суточной) пропорциональности;
- непрерывности и минимизации производственного цикла;
- прямооточности.

Первое требование заключается в том, что номенклатура оборудования **должна обеспечивать выполнение всех необходимых операций технологического процесса** ТО и Р автомобилей, поступающих на ПТС с учетом их типов, марок (моделей) и года выпуска.

Требования поэлементной и повременной пропорциональности относятся к числу оборудования и пропускной способности каждой отдельной единицы оборудования. Эти проектно-технические показатели должны быть такими, чтобы **соответствовать требованиям производственной программы** с учетом сезонных и временных колебаний. Число любых элементов ПТБ (число подъемников, стенов, станков и другого оборудования) должно соответствовать, т.е. быть пропорциональным, производственной программе, а пропускная способность этих элементов, зависящая от производительности и режима работы оборудования, не должна вызывать задержку выполнения производственного процесса.

Требования непрерывности и минимизации производственного цикла заключаются в том, что **производственное оборудование должно обеспечивать наименьший срок производственного цикла за счет сокращения оперативного времени** на выполнение основных технологических операций и минимизации технологических и организационно-технических цикловых перерывов. Последнее требование относится к размещению оборудования. Оно заключается в том, что размещение оборудования должно быть таким, чтобы во время выполнения всех технологических и дополнительных операций объем транспортной работы был наименьшим.

В настоящее время рынок технологического оборудования для автосервиса чрезвычайно велик и разнообразен. Дистрибьюторные фирмы поставляют в Россию и предлагают к продаже десятки моделей однотипного оборудования разных производителей оборудования из ряда стран Европы, Азии и Америки.

Предлагаемое покупателям технологическое оборудование одинакового назначения имеет разный вид привода, близкие или существенно различающиеся технические параметры и стоимость, порой отличающуюся в разы. В связи с этим у потребителей техники зачастую возникают сложности с выбором той или иной модели технологического оборудования для ПТС.

Аналогичный случай имеет место, когда при техническом перевооружении ПТБ предприятия производится замена устаревшего оборудования на новое. При этом возникает необходимость оценки эффективности применения

той или иной модели нового оборудования для выполнения одинаковых операций или работ.

Правильный выбор конкретной модели технологического оборудования должен основываться на сопоставлении их двух параметров – технические возможности и цена, применительно к конкретным условиям эксплуатации и финансовым возможностям владельца ПТС.

Анализ возможностей оборудования производится по его технической характеристике.

Сравнительная оценка двух моделей однотипного (с точки зрения технологического применения) оборудования может производиться качественно и количественно с помощью ряда показателей.

Сравнение двух или более моделей аналогичного технологического оборудования производится путем сравнения их технологических возможностей, положительных и отрицательных свойств, которые могут проявиться в конкретных условиях эксплуатации.

Выбор конкретной модели из всей номенклатуры оборудования, которое предлагается на рынке, может быть произведен с использованием расчетных или экспертных методов оценки их технического уровня по следующим критериям:

- **один доминирующий технический параметр** оборудования;
- **совокупность технических параметров** оборудования;
- **средневзвешенный показатель** оборудования.

Рассмотрим, как выбирается оборудование по указанным критериям на примере двухстоечных подъемников (таблица В1 приложения В).

#### **Критерий – один доминирующий технический параметр оборудования**

Предварительно на технические параметры интересующей группы оборудования накладываются ограничения в виде диапазона показателей MIN – MAX.

На первом этапе выбирается группа моделей, технические характеристики которых находятся в заданном диапазоне. На этой стадии выбора все они считаются равноценными и приемлемыми для приобретения. На втором этапе производят их ранжирование по одному параметру, который является доминирующим в данной ситуации.

Если стоит задача выбора подъемника для обслуживания автомобилей массой до 3000 кг, то в этом случае за доминирующий параметр следует выбрать грузоподъемность. Из предложенных вариантов (таблица В1 приложения В) наиболее подходящим является подъемник П-97 МК.

#### **Критерий – совокупность технических параметров оборудования**

Этот критерий применяется тогда, когда все параметры оборудования одинаково влияют на его выбор.

Для анализа выбираются единичные технические показатели из технической характеристики оборудования, например, для подъемника – грузоподъемность, высота подъема, мощность электродвигателя, масса, габаритные размеры и др.

Рассчитываются относительные безразмерные показатели для всех моделей.

Если параметры прямые:

$$q_{ik} = \frac{P_{ik}}{P_{ip}}, \quad (2.1)$$

если параметры обратные:

$$q_{ik} = \frac{P_{ip}}{P_{ik}}, \quad (2.2)$$

где  $q_{ik}$  – критерий  $k$ -го показателя  $i$ -го оборудования;

$P_{ik}$  – значение  $k$ -го показателя  $i$ -го оборудования;

$P_{ip}$  – оптимальное значение  $k$ -го показателя;

$k$  – показатель оценки  $i$ -го оборудования.

$P_{ip} = \max P_{ik}$ , если показатели прямые,  $P_{ip} = \min P_{ik}$ , если показатели обратные. Следует помнить, что один и тот же показатель оборудования может быть как прямым, так и обратным.

По значениям рассчитанных относительных безразмерных показателей  $q$  строятся профилограммы технических уровней оборудования. Для этого значения всех выбранных показателей по каждому оборудованию откладывают по соответствующей оси профилограммы. Значение совокупного параметра определяют как отношение площадей профиля, описанного соответствующей профилограммой, и оценочного прямоугольного поля, площадь которого равна 1 и соответствует совокупному параметру условного идеального оборудования:

$$K = \frac{S_{np}}{S} = \frac{(0,5 \cdot X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{n-1} + 0,5 \cdot X_n)}{(n-1) \cdot H}, \quad (2.3)$$

где  $K$  – совокупный технический параметр;

$S_{np}$  – площадь профиля параметров услуги;

$S$  – площадь оценочного поля;

$X_1 \dots X_n$  – размер оценочных параметров в масштабе профилограммы;

$n$  – количество параметров;

$H$  – оценочный масштаб профилограммы.

Для примера в таблице 2.1 представлены относительные безразмерные показатели для сравниваемых подъемников (таблица В1 приложения В), при этом прямыми параметрами считаем грузоподъемность, высоту подъема; а обратными – время подъема, потребляемую мощность. По результатам расчета относительных безразмерных показателей построены профилограммы технических уровней подъемников (рисунок 2.1). В результате расчета совокупного технического параметра для рассматриваемого примера наиболее подходящим получился подъемник Т-4, т.к. полученное значение совокупного технического параметра для него максимально.

Таблица 2.1 – Значения относительных безразмерных показателей

Параметр	П1-01 МН	П-97 МК	Т-4
Грузоподъемность	1	0,64	0,8
Высота подъема	1	0,98	0,95
Время подъема	0,71	0,79	1
Мощность	0,5	1	0,75
Совокупный технический параметр	0,82	0,86	0,91

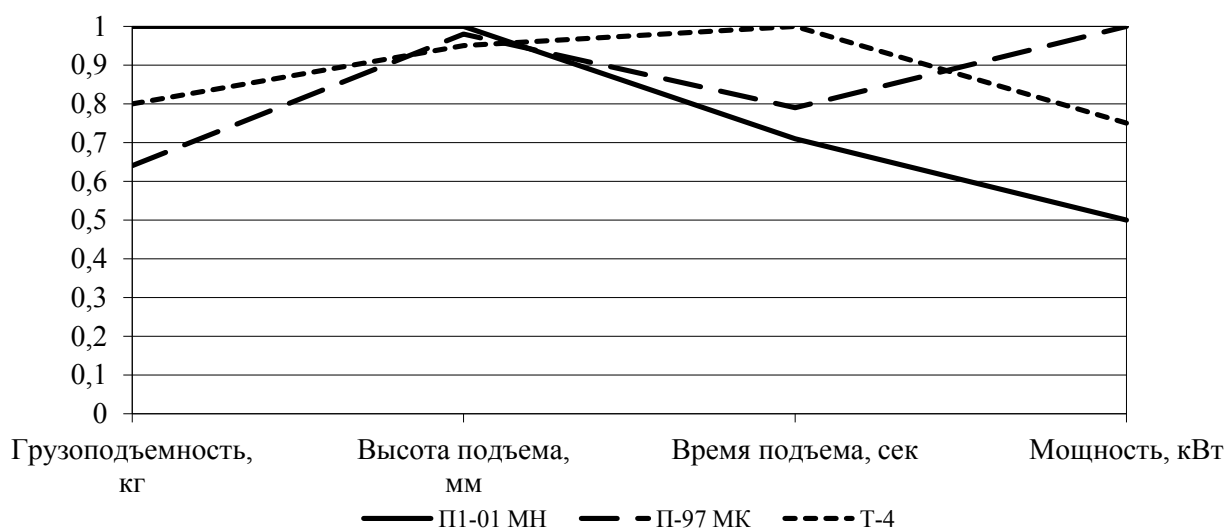


Рисунок 2.1 – Пример профилограммы технических уровней подъемников

### Критерий – средневзвешенный показатель оборудования

Этот критерий целесообразно использовать в тех случаях, когда единичные технические параметры оборудования по-разному влияют на технический уровень, т.е. каждый показатель имеет свой вес (уровень значимости). Например, для пользователя балансировочных станков такие технические показатели, как точность балансировки, диаметры балансируемых колес, ширина шины, тип диска, количество программ балансировки, вид привода, установленная мощность привода, габаритные размеры, масса станка и др., имеют не одинаковую значимость, одни показатели для них являются более важными, чем другие.

Для учета этих обстоятельств выбор оборудования ведут по значению средневзвешенного показателя *K*.

**Средневзвешенный показатель (*K*)** находят путем объединения всех оценок единичных показателей с учетом их коэффициентов весомости (взвешенных оценок) и выражают, как правило, в безразмерной системе единиц.

Определение средневзвешенного показателя включает две основные модификации:

– **весовой метод** (показатель определяют усреднением оценок отдельных единичных относительных показателей путем суммирования показателей с учетом их коэффициентов весомости):

$$K = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i ; \quad (2.4)$$

– эксперт-метод (показатель определяют на основе усреднения оценок экспертами балльных значений отдельных единичных показателей с учетом их коэффициентов весомости):

$$K = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \alpha_i ; \quad (2.5)$$

где  $P_i$  – показатель, характеризующий  $i$ -е свойство изделия, в баллах;

$\alpha_i$  – коэффициент весомости данного свойства в оценке качества изделия.

Существует несколько методов нахождения коэффициентов весомости, но наиболее часто используется экспертный метод. Он позволяет определить, какой из совокупности оцениваемых показателей самый важный, какой менее важный, и т.д.

Обычно при определении коэффициентов весомости эксперты исходят из условия равенства суммы всех коэффициентов весомости единице (метода фиксированной суммы), т.е.  $\sum \alpha_i = 1$

Та модель из рассматриваемой группы однотипного оборудования будет по техническому уровню наиболее приемлемой для приобретения, у которой значение средневзвешенного показателя окажется большим.

Для применения весового метода используем уже рассчитанные относительные безразмерные показатели для сравниваемых подъемников (таблица 2.1), но приведем их с указанием коэффициентов весомости (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Определение средневзвешенного показателя весовым методом

Параметр	Коэффициент весомости $\alpha_i$	П1-01 МН	П-97 МК	Т-4
Грузоподъемность	0,4	1	0,64	0,8
Высота подъема	0,2	1	0,98	0,95
Время подъема	0,3	0,71	0,79	1
Мощность	0,1	0,5	1	0,75
Средневзвешенный показатель		0,863	0,789	0,885

В результате расчета средневзвешенного показателя для рассматриваемого примера наиболее подходящим получился подъемник П1-01 МН, т.к. полученное значение показателя для него максимально.

Для применения эксперт-метода оценим те же показатели подъемников в баллах (таблица 2.3). Как видно по полученным результатам, они сопоставимы с весовым методом, имеющиеся отличия объясняются большей дискретностью при оценке показателей в эксперт-методе.

Таблица 2.3 – Определение средневзвешенного показателя эксперт-методом

Параметр	Коэффициент весомости $\alpha_i$	П1-01 МН	П-97 МК	Т-4
Грузоподъемность	0,4	Хорошо (4)	Плохо (2)	Удовл. (3)
Высота подъема	0,2	Отлично (5)	Отлично (5)	Хорошо (4)
Время подъема	0,3	Удовл (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Мощность	0,1	Плохо (2)	Отлично (5)	Удовл. (3)
Средневзвешенный показатель		3,7	3,5	3,8

### 3 Порядок выполнения работы

1 Выбрать несколько видов технологического оборудования для сравнения (рекомендуется использовать технологическое оборудование, выбранное по результатам выполнения лабораторной работы № 1)

2 Сравнить технологическое оборудование, используя различные критерии: один доминирующий параметр, совокупность параметров, средневзвешенный показатель.

3 Оформить отчет по работе.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ

#### 1 Цель работы

Изучение последовательности технологического расчета предприятий автомобильного транспорта.

#### 2 Общие положения

В соответствии с назначением и технологией работ посты и рабочие места предприятия автосервиса должны быть оснащены оборудованием. Определение его номенклатуры и количества является частью определения потребности в ПТБ. Кроме того, знание перечня оборудования необходимо для более точного расчета площади зон и участков СТОА.

Оборудование постов и рабочих мест делится на:

- технологическое оборудование (подъемники, станки, диагностические стенды, гайковерты, окрасочно-сушильные камеры и др.);
- организационную оснастку (стеллажи, шкафы, столы, инструментальные тележки и др.);



– приспособления, переносные приборы и инструмент (комплекты ключей, съемники, переносные диагностические приборы и др.)

Правильный выбор оборудования, инструмента и оснастки во многом определяет успех работы предприятия. При подборе оборудования необходимо учитывать две противоположные тенденции: с одной стороны желательно приобретать оборудование наиболее совершенное (точное, надежное, высокопроизводительное и т.д.), позволяющее обеспечить необходимое качество оказываемых услуг; с другой стороны в рыночных условиях нужно заботиться о том, чтобы затраты на его приобретение были как можно меньше и вложенные средства окупались быстрее.

Для одних и тех же целей может предлагаться широкий спектр оборудования: от инструмента и приспособлений для ручного способа выполнения работ – до высокомеханизированного и полуавтоматического оборудования с компьютерным управлением. В этом случае необходимо ориентироваться на:

- стартовые финансовые возможности предприятия (предпринимателя);
- сложность предполагаемых работ;
- производственную программу (масштабы производства).

Чем выше финансовые возможности предприятия, сложнее технологии (диагностирование системы впрыска топлива, кузовные работы и др.) и больше объемы работ, тем более сложным оборудованием может быть оснащено предприятие автосервиса.

И, напротив, для небольшого пункта обслуживания, занимающегося так называемым «быстрым сервисом» (замены масла, тормозных колодок, ремонт подвески и др.), оборудование может быть значительно более простым и дешевым. Но, в любом случае, комплект оборудования и оснастки должен обеспечивать получение лицензии на право заниматься данным видом деятельности, а следовательно, установленный уровень качества услуг.

Подобранный комплект оборудования должен обеспечивать определенный уровень механизации работ на постах, участках или предприятии в целом. По ОНТП-01-91 уровень механизации ТО и Р на СТОА должен составлять 25-40%.

### **Механизация технологических процессов**

Одним из направлений повышения производительности постов и рабочих мест является механизация работ. Многие предприятия, начав с более простого оборудования, зарабатывая и наращивая объемы услуг, постепенно заменяют его на более производительное.

Под механизацией производственных процессов понимается частичная или полная замена ручного труда человека машинным, с участием его в управлении машиной.

Основным показателем механизации является уровень механизации производственных процессов ТО, Д и Р автомобилей ( $У$ ). Он рассчитывается в процентах как отношение трудоемкости механизированных операций к общей трудоемкости всех операций процесса.

При определении  $У$  все работы делятся по способу их производства на механизированные, механизированно-ручные, ручные.

К механизированным работам относятся процессы, выполняемые при помощи машин и механизмов с электро-, гидро- и пневмоприводом. Управление ими осуществляется вручную (механизированная моечная установка, диагностический стенд, токарный станок и др.).

К механизировано-ручным работам относят процессы, выполняемые механизированным инструментом, приборами, также имеющие привод. Но при этом сохраняется значительная доля ручного труда (маслораздаточная колонка, электрогайковерт, пылесос и др.).

К ручным работам относятся процессы, выполняемые при помощи простейших инструментов (молоток, отвертка, ключ и др.).

Оценка уровня механизации производственных процессов производится путем его расчета и сравнения с рекомендуемым или оптимальным для зоны, участка СТОА.

Уровень механизации в процентах по участку или специализированному предприятию автосервиса:

$$Y = Y_m + Y_{mp}, \quad (3.1)$$

где  $Y_m$ ,  $Y_{mp}$  – соответственно уровень механизированного и механизировано-ручного труда, %.

Для упрощения расчетов  $Y_m$  и  $Y_{mp}$  будем определять не по трудозатратам, а по числу рабочих, выполняющих работы тем или иным способом:

$$Y_m = 100 \cdot (P_{m1} \cdot K_1 + P_{m2} \cdot K_2 + \dots + P_{mn} \cdot K_n) / P, \quad (3.2)$$

$$Y_{mp} = 100 \cdot (P_{mp1} \cdot I_1 + P_{mp2} \cdot I_2 + \dots + P_{mpn} \cdot I_n) / P,$$

где  $P_{m1} \dots P_{mn}$  – число рабочих, выполняющих работу механизированным способом на 1-ом...n-ом виде оборудования;

$P_{mp1} \dots P_{mpn}$  – число рабочих, выполняющих работу механизировано-ручным способом на 1-ом...n-ом виде оборудования;

$K_1 \dots K_n$  – коэффициенты механизации оборудования, которое используют рабочие (таблица Г1 приложения Г);

$I_1 \dots I_n$  – коэффициенты простейшей механизации;

$P$  – общее число технологических рабочих на участке.

### **Определение оптимального уровня механизации**

Уровень механизации служит ориентиром при оснащении предприятий автосервиса оборудованием. Повышение  $Y$  оказывает большое влияние на показатели работы предприятия. По некоторым данным при увеличении уровня механизации с 10 до 15% трудоемкость ТО и Р уменьшаются на 20%. Однако повышение  $Y$  требует значительных дополнительных затрат на оборудование. И эти затраты тем выше, чем более высокий уровень механизации стремятся достичь.

Эффективность механизации зависит от ряда конкретных факторов: числа автомобилей в сфере обслуживания предприятия автосервиса и марочного состава, технологической сложности оказываемых услуг, уровня специализации производства и др.

Поскольку для каждого предприятия существует свой уровень значения этих факторов, то для него существует и свой оптимальный уровень механизации, после которого эффективность от дальнейшего его повышения резко падает.

В рыночных условиях предприятиям необходимо ориентироваться при оснащении ПТБ не на максимальный, а на оптимальный уровень механизации ( $Y_{\text{опт.}}$ ), причем он должен определяться по экономическому критерию.

В качестве критерия оптимизации предложена максимальная годовая прибыль в рублях от повышения уровня механизации.

Целевая функция оптимизации уровня механизации выглядит следующим образом:

$$Pr = D_r - S_{zn} - K_n \cdot S_o \rightarrow \max, \quad (3.3)$$

где  $Pr$  – среднегодовая прибыль, руб./1 раб. пост;

$D_r$  – средний годовой доход с одного поста, руб./1 раб. пост;

$S_{zn}$  – средний годовой фонд заработной платы персонала, руб./1 раб. пост;

$S_o$  – затраты на приобретение оборудования, руб./1 раб. пост;

$K_n$  – нормативный коэффициент (0,12-0,15).

Показатели, входящие в целевую функцию (39), определяются с помощью следующих уравнений регрессии;

$$\begin{aligned} D_r &= K_1 \cdot S_d \cdot D_{p2} \cdot Y^{0,066} \cdot A^{0,15} \cdot L_2^{0,09} \cdot W^{-0,07} \cdot q^{-0,07}, \\ S_{zn} &= 5140,5 \cdot Y^{0,51} \cdot A^{-0,12} \cdot W^{0,67} \cdot q^{0,44}, \\ S_o &= 6650,1 \cdot K_2 \cdot Y^{0,28} \cdot A^{-0,27} \cdot Gu^{0,28}, \end{aligned} \quad (3.4)$$

где  $S_d$  – дневной доход с одного рабочего поста, руб;

$K_1, K_2$  – коэффициенты коррекции, соответственно, дохода и затрат на оборудование от мощности станции (при изменении числа рабочих постов от 5 до 50  $K_1$  изменяется от 0,87 до 1,17, а  $K_2$  от 1,15 до 0,85);

$W$  – средний возраст автомобиля в парке, обслуживаемом станцией, годы;

$Gu$  – доля в парке характерной марки автомобиля;

$q$  – класс автомобиля характерной марки (особо малый – 1, малый – 2, средний – 3, большой – 4).

Процесс оптимизации состоит в том, что, меняя с определенным шагом величину уровня механизации ( $Y$ ) от начального в большую сторону, вычисляется прибыль. Оптимум  $Y$  определяется по максимальной прибыли.

#### **Подбор оборудования с учетом оптимального уровня механизации**

Подбираемое оборудование при проектировании или реконструкции предприятия автосервиса должно обеспечивать оптимальный для него уровень механизации процессов обслуживания.

Для того, чтобы выполнить это условие, необходимо после выбора оборудования рассчитывать уровень механизации по формулам (3.1), (3.2) и сравнивать его с оптимальным значением. Если уровень механизации при данном наборе оборудования будет ниже или выше оптимального, то необходимо за-

менить некоторое оборудование на другое того же назначения, но с большей или меньшей производительностью, т.е. обеспечивающее другие коэффициенты  $K$  или  $I$  механизации работ. Снова рассчитать уровень механизации работ. Общий алгоритм подбора оборудования с учетом  $Y_{\text{опт}}$  представлен на рисунке 3.1.

На основе целевой функции зависимости (3.3) и алгоритма (рисунок 3.1) разработана компьютерная программа подбора технологического оборудования для участков предприятий автосервиса.

Только после того, как будет установлено, что данный комплект оборудования обеспечивает оптимальный уровень механизации с точностью до 3%, можно окончательно сформировать ведомость оборудования.

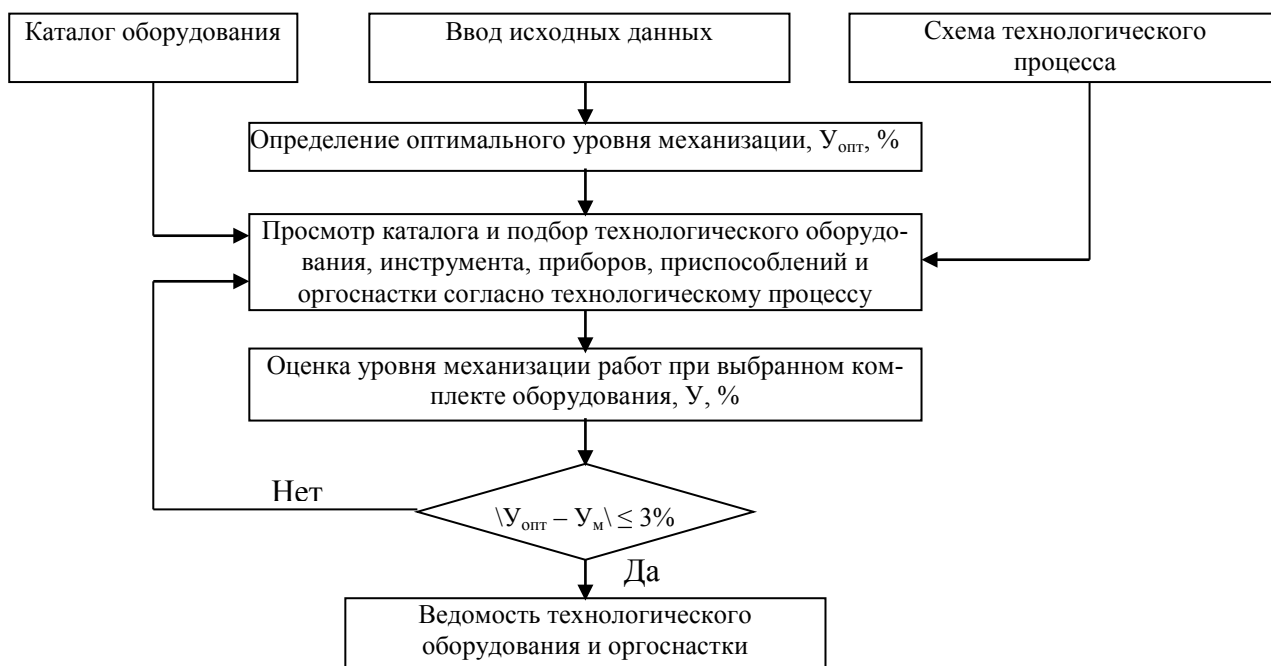


Рисунок 3.1 – Общий алгоритм формирования комплекта оборудования с учетом оптимального уровня механизации

### Подготовка исходных данных

В данной лабораторной работе формирование комплекта оборудования для автосервиса осуществляется на примере специализированного участка СТОА по ремонту двигателей. Организационно-технологическая схема для моторного участка представлена на рисунке Г1 приложения Г.

Исходные данные для определения оптимального уровня механизации работ на участке ( $W$ ,  $q$ ,  $G_{\text{ц}}$ ) выбираются исходя из типов, разномарочности и «возрастного» состава легковых автомобилей, обслуживаемых СТОА. Средний дневной съём дохода с одного поста следует принимать с учетом инфляции относительно 1990 г., т.е. современные данные необходимо уменьшать в 20-30 раз, так как коэффициенты в уравнениях регрессии (40) были установлены

при ценах на услуги того периода. Для расчетов в данной работе можно принимать равным 90-120 руб., меньшее значение для СТОА малой мощности (5 рабочих постов), большее для станций на 35 и более постов.

Каталог оборудования для моторного участка содержится в базе данных. При запуске программы «OBRZEX-S» он вводится автоматически, и вместе с ним – коэффициенты частной ( $K_i$ ) и полной механизации ( $K_i$ ), соответствующие каждому наименованию оборудования.

Для сокращения ввода ряд коэффициентов введен в программу в виде постоянных величин ( $K_n = 0,12$ ) или выбирается автоматически ( $K_1, K_2$ ) в зависимости от мощности СТОА.

Число работающих в наиболее многочисленную смену (обычно первую) ( $P_{T1}$ ) определяется с учетом  $C$  и  $P_T$  также автоматически. В первую смену принимается 70% работающих от их общего числа на участке.

### 3 Порядок выполнения работы

1 Открыть программу, ввести необходимые данные и определить оптимальный уровень механизации для заданного участка.

2 Выбрать в меню пункт «просмотр каталога» ознакомиться с оборудованием для моторного участка.

3 Перейти к пункту «выбор оборудования» и осуществить его подбор.

4 Рассчитать  $U$  в процентах при данном наборе оборудования (пункт меню «расчет уровня механизации») и сравнить его с  $U_{\text{опт}}$ .

5 При отличии  $U$  от  $U_{\text{опт}}$  более чем на 3%, повторить выбор оборудования, скорректировав его перечень в нужном направлении.

6 Оформить отчет по работе.

## Список литературы

### Нормативные материалы

**1** Положение о техническом обслуживании и ремонте легковых автомобилей, принадлежащих гражданам [Текст] // Минавтопром СССР. – М. : НАМИ, 1987. – 58 с.

**2** Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта: ОНТП-01-91 [Текст] // Росавтотранс. – М. : Гипроавтотранс, 1991. – 184 с.

**3** Ведомственные строительные нормы. Предприятия по обслуживанию автомобилей: ВСН 01-89 [Текст] // Минавтотранс РСФСР. – М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. – 52 с.

**4** Перечень категорий помещений и сооружений автотранспортных и авторемонтных предприятий по взрывопожарной и пожарной опасности и классов взрывоопасных и пожароопасных зон по правилам устройства электроустановок [Текст] // Минавтотранс РСФСР. – М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1989. – 37 с.

### Учебно-методическая литература

**5** Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [Текст] : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

**6** Родионов, Ю. В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Родионов. – Ростов н/Д. : Феникс, 2008. – 439 с.

**7** Напольский, Г. М. Технологический расчет и планировка станций технического обслуживания автомобилей [Текст] : учебное пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса» / Г. М. Напольский, А. А. Солнцев. – М. : Изд-во Московского автодорож. гос. техн. ун-та, 2003. – 53 с.

**8** Рыбин, Н. Н. Предприятия автосервиса: Производственно-техническая база [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Рыбин. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2006. – 149 с.

**9** Рыбин, Н. Н. Справочные материалы к курсовому и дипломному проектированию по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Рыбин. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 1997. – 102 с.

Приложение А  
(обязательное)

Таблица А1 – Примерное распределение объема работ по видам работ и месту их выполнения, в процентах

Вид работ	По месту выполнения	
	На рабочих по- стах	На произв. участках
Уборочно-моечные	100	–
Противокоррозионные	100	–
Контрольно-диагностические	100	–
Техническое обслуживание в полном объеме	100	–
Смазочные работы	100	–
Регулировка углов управления колес	100	–
Ремонт и регулировка тормозов	100	–
Электротехнические	80	20
Работы по системе питания	70	30
Аккумуляторные	10	90
Шиномонтажные	30	70
Ремонт узлов, систем и агрегатов	50	50
Кузовные и арматурные (жестяницкие, медниц- кие, сварочные)	75	25
Окрасочные	100	–
Обойные	50	50
Слесарно-механические	–	100

Таблица А2 – Коэффициенты плотности оборудования и удельные площади на одного работающего

Наименование участка	Коэффициент плотности обо- рудование, $k_{пл}$	Удельная площадь на одного работающего, $m^2$	
		$f_1$	$f_2$
Агрегатный	от 4 до 4,5	22	14
Слесарно-механический	от 3,5 до 4	18	12
Электротехнический	от 3,5 до 4	15	9
Ремонт приборов системы питания	от 3,5 до 4	14	8
Аккумуляторный	от 3,5 до 4	21	15
Шиномонтажный	от 4 до 4,5	18	15
Шиноремонтный	от 3,5 до 4	12	6
Сварочный	от 4,5 до 5	15	9
Жестяницкий	от 4,5 до 5	18	12
Обойный	от 3,5 до 4	18	5
Кузовной	от 4,5 до 5	30*	15
Малярный	от 4,5 до 5	30*	15

\*с учетом ввода автомобиля

Приложение Б  
(обязательное)

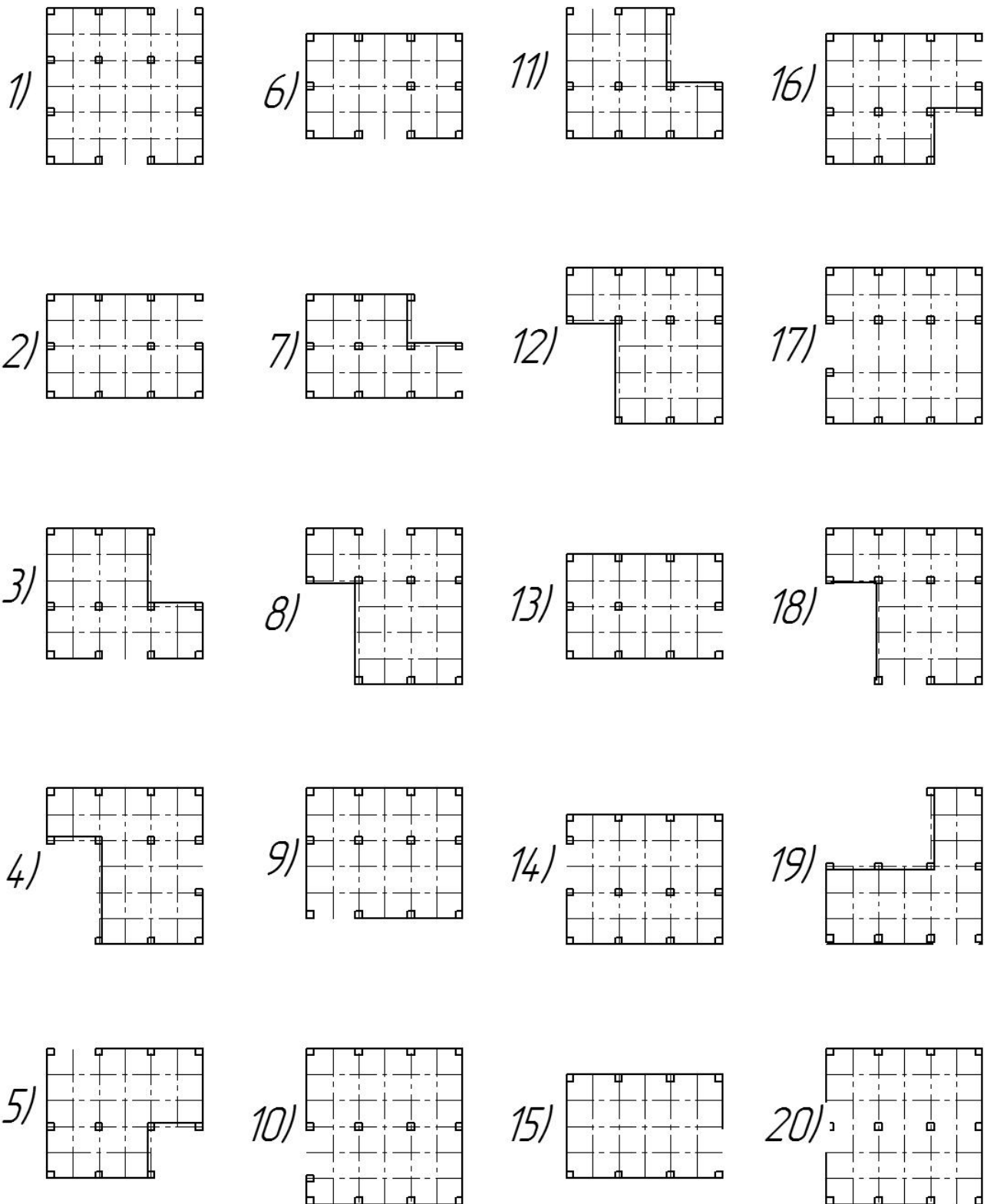


Рисунок Б1 – Планировочные решения участков



Приложение В  
(обязательное)

Таблица В1 – Характеристики стационарных, подъемников

Параметр	П1-01 МН	П-97 МК	Т-4
Тип	электромеханический	электромеханический	гидравлический
Грузоподъемность, кг	5000	3200	4000
Высота подъема, мм	1930	1900	1825
Время подъема, с	70	63	50
Расстояние между колоннами, мм	2985	2700	2800
Габаритная высота колонн, мм	2830	2690	2824
Габаритная ширина колонн, мм	705	1200	450
Габаритная ширина подъемника, мм	3660	3380	3420
Минимальная высота подхвата, мм	145	115	125
Длина подхватов, мм			
минимальная	900	545/725	712/922
максимальная	1250	920/1265	1051/1462
Количество двигателей	2	2	
Мощность, кВт	6	3	4
Масса, кг	1200	700	625
Цена, руб.	123310	84000	53900
Производитель	ЗАО «ДАРЗ» (Россия)		Китай

Приложение Г  
(обязательное)

Таблица Г1 – Значения коэффициентов простейшей механизации (И) и механизации (К) для инструмента и оборудования

Вид инструмента, оборудования	Число замещаемых функций человека	Коэффициенты механизации		Пример оборудования
		И	К	
1 Ручные орудия труда	0	0	-	Ключи гаечные, линейка для проверки схождения, молоток
2 Машины ручного действия без специального источника энергии	1	0,03-0,15	-	Щетка моечная, подъемники канавные, тележки, приспособления для снятия и установки агрегатов, бак маслозаправочный, наконечник воздуходувочного шланга, простейшие диагностические приборы типа люфтомеров, съемники, стенды для разборки двигателя и агрегатов, ручные прессы
3 Механизированные ручные машины и инструмент с подводом энергии от специального источника	2	0,1-0,35	-	Установки для ручной мойки автомобилей, двигателей, пистолет воздушный, подъемники, колонки и установки маслораздаточные, нагнетатели смазки, установки для нанесения антикоррозийных покрытий, переносные приборы для проверки электрооборудования, зарядные устройства, стробоскопы, гайковерты, электродрели, краскораспылители, стенды для разборки двигателя и агрегатов, шероховальный станок, спредер
4 Механизированные машины	3	-	0,32-0,70	Камерные установки для мойки агрегатов и деталей, подъемники, кранбалки, конвейеры, компрессоры, диагностические стенды, балансировочные станки, анализаторы двигателя, прессы, металлообрабатывающие станки, электровулканизаторы, шиномонтажные стенды
5 Машины-полуавтоматы	3,5	-	0,65-0,85	Механизированные моечные установки, вакуумная установка, колонки воздуходувочные, мульды, электровулканизаторы
6 Машины-автоматы	4	-	0,80-0,90	Линия для мойки легковых автомобилей типа М-135, установка для сушки автомобилей, комбинированная установка для мойки и сушки

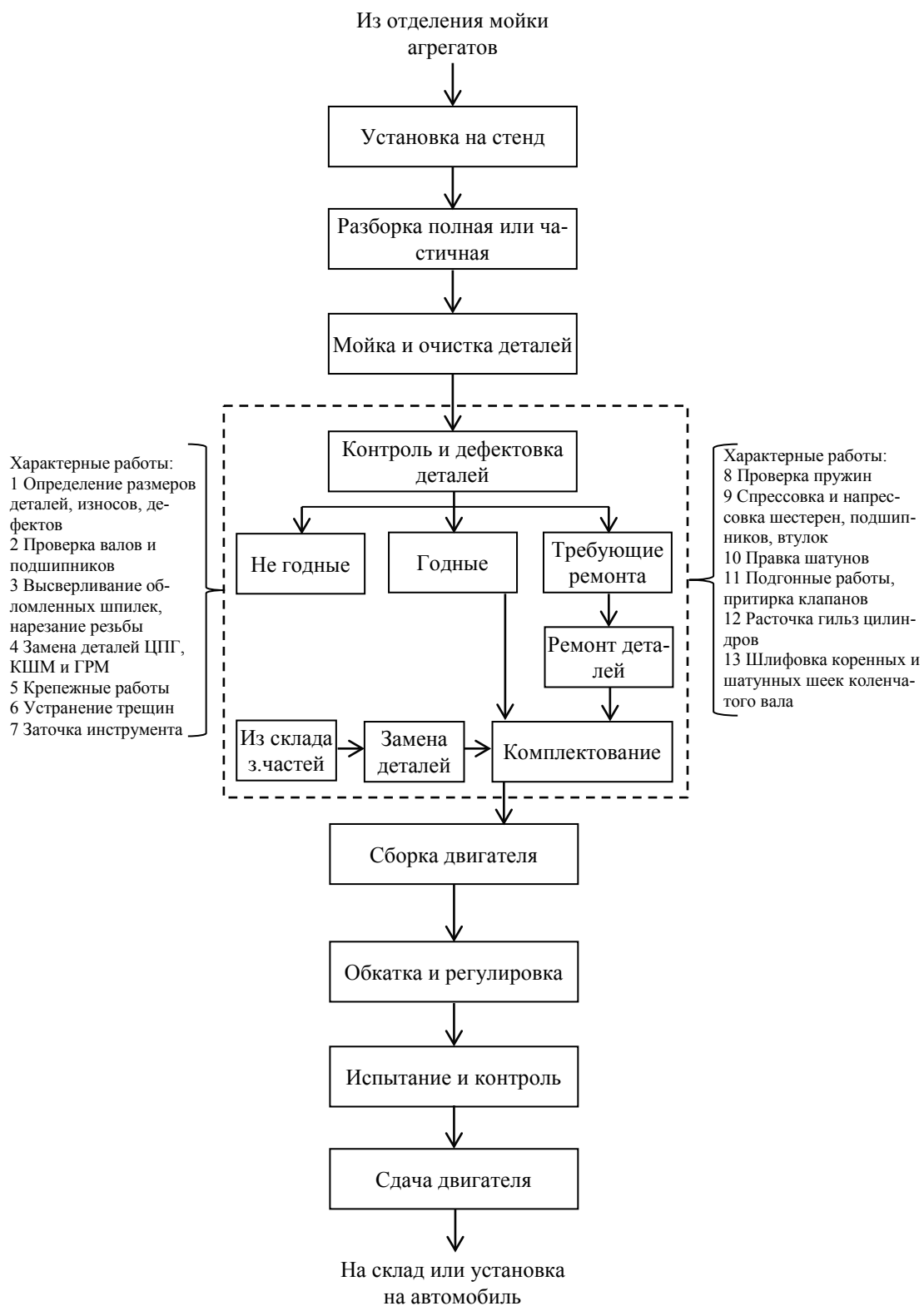


Рисунок Г1 – Схема технологического процесса ремонта двигателя

Шабуров Виктор Николаевич

**ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

*Часть первая*

Методические указания  
к выполнению лабораторных работ  
для студентов направления 190600.62

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано в печать 08.12.14	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,75	Уч-изд. л. 1,75
Заказ 311	Тираж 25	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.