

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НИЖЕГОРОДСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ**

Кафедра «Технология металлов и ремонт машин»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ
ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА В АПК**

Методические указания по выполнению расчетных работ

НИЖНИЙ НОВГОРОД
2020

УДК 631.3

А.В. Колпаков, М.Н. Васильева Проектирование предприятий технического сервиса в АПК: Методические указания по выполнению расчетных работ. / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – Н. Новгород, 2020. – 33 с.

Методические указания предназначены для студентов инженерного факультета по направлению 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Технический сервис в агропромышленном комплексе».

Печатается по решению методического совета инженерного факультета Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии.

Рецензенты: кафедра «Технология металлов и ремонт машин» НГСХА, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой ЭМЭС и СХМ Новожилов А. И.

© Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Работа № 1. Определение и обоснование программы и количества ремонтных предприятий.....	5
Работа № 2. Обоснование выбора пункта расположения ремонтного предприятия.....	13
Работа № 3. Обоснование рационального расположения отделений ремонтного предприятия и выбор подъемно-транспортного оборудования.....	18
Работа № 4. Составление сетевых графиков при организации ремонта машин.....	23
Библиографический список.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность использования машин, уровень их надежности во многом зависят от развития технического сервиса, в функции которого входят: изучение спроса сельских товаропроизводителей; информация о выпускаемой технике; снабжение машинами; монтаж и наладка реализуемой техники; обучение персонала эксплуатационников и ремонтников; обеспечение ремонтно-технологическим оборудованием, запасными частями, обменными агрегатами и материалами; выполнение технического обслуживания и ремонта техники; поддержание ее в работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

В условиях рыночных отношений производственная база технического сервиса должна претерпеть изменение на всех уровнях. Основной объем работ по техническому обслуживанию, ремонту и хранению техники и оборудования следует планировать для выполнения на производственных площадях владельцев техники. Поэтому даже в «мелких» хозяйствах необходимо создавать базу для несложного ремонта, ТО тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин. Она должна иметь место для проведения работ и необходимый комплект оборудования и инструментов. Сложные виды ТО и ремонтов необходимо проводить в мастерских крупных хозяйств и на специализированных предприятиях.

В настоящее время на базе районных сервисных предприятий создаются машинно-технологические станции. Они предназначены для оказания технологической и технической помощи сельским товаропроизводителям. Областные предприятия будут продолжать выполнять функции специализированных предприятий по ремонту машин и агрегатов. Некоторое снижение полнокомплектного капитального ремонта будет компенсироваться расширением объемов ремонта агрегатов и сборочных единиц.

РАБОТА 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ И КОЛИЧЕСТВА РЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Оптимальную программу ремонтного предприятия находят в соответствии с исходными данными для различных вариантов задания. Методов определения оптимальной программы применяемых на практике несколько. При выполнении данной работы необходимо освоить два из них – графический и аналитический. Графическим методом пользуются при предварительном расчете, когда нужны приближенные расчеты. Для получения более точных результатов применяют аналитический метод.

Цель и задачи работы:

1. Определение оптимальной программы ремонтного предприятия графическим методом.
2. Определение оптимальной программы ремонтного предприятия аналитическим методом.
3. Корректировка программы ремонтного предприятия в зависимости от количества ремонтных предприятий.
4. Определение экономического эффекта от ремонта машин на ремонтном предприятии с принятой программой ремонта.

Отчет по работе включает в себя выполнение следующих пунктов:

1. Построить графики изменения рассчитанных затрат в зависимости от программы ремонтного предприятия.
2. По минимальной себестоимости ремонта определить оптимальную программу графическим методом.
3. Рассчитать оптимальную программу аналитическим методом для заданного варианта.
4. Рассчитать количество ремонтных предприятий и принятую программу ремонтного предприятия.
5. Определить себестоимость ремонта машин при принятой программе и при программе 100 единиц.

б. Определить экономию при принятой программе и при программе 100 единиц.

Исходные данные:

- Площадь территории – F , км²;
- Коэффициент, учитывающий конфигурацию территории – η_T ;
- Коэффициент, учитывающий сеть дорог – η_0 ;
- Количество объектов на заданной территории, нуждающихся в ремонте – N , шт.;
- Процент накладных расходов – % HP ;
- Затраты на оплату труда производственных рабочих в исходном ремонтном предприятии – $C_{zn(1)}$, руб.;
- Масса объекта, подлежащего ремонту – Q , т.;
- Тарифный коэффициент – α , руб./т · км;
- Коэффициент, учитывающий встречные перевозки запчастей и утиля – η_3 ;
- Коэффициент, учитывающий встречные перевозки материалов – η_m ;
- Стоимость запчастей, расходуемых на ремонт одной машины – C_3 , руб.;
- Стоимость материалов, расходуемых на ремонт одной машины – C_M , руб.;
- Коэффициент, характеризующий долю затрат на оплату труда производственных рабочих, изменяющуюся в зависимости от программы ремонтного предприятия – A_1 ;
- Коэффициент, характеризующий долю затрат на оплату труда производственных рабочих, не изменяющуюся в зависимости от программы ремонтного предприятия – B_1 .

Значения коэффициентов A_1 и B_1 задаются преподавателем для подгруппы (таблица 1). Коэффициент η_3 , учитывающий встречные перевозки запчастей и утиля принимают равным 0,15; коэффициент η_m , учитывающий встречные перевозки материалов ($\eta_m = 0,075$). Стоимость запчастей при расчетах принимают $C_3 = 12000$ руб., а материалов $C_M = 1200$ руб.

Таблица 1 – Величины коэффициентов A_1 и B_1

№ п/п	A_1	B_1	№ группы	№ п/п	A_1	B_1	№ группы
1	70,0	0,300		7	73,0	0,270	
2	70,5	0,295		8	73,5	0,265	
3	71,0	0,290		9	74,0	0,260	
4	71,5	0,285		10	74,5	0,255	
5	72,0	0,280		11	75,0	0,250	
6	72,5	0,275		12	75,5	0,245	

Таблица 2 – Варианты заданий

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Площадь территории, F, км ²	50000	48000	46000	44000	42000	40000	38000	36000	34000	32000	54000	56000	58000	60000	62000
Коэффициент, учитывающий конфигурацию территории η_r	1,00	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
Коэффициент, учитывающий сеть дорог η_d	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70
Количество нуждающихся в ремонте объектов N_m находящихся на заданной территории, шт.	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000	5100	5200	5300	5400
Накладные расходы, %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
Затраты на оплату труда производственным рабочим в исходном ремонтном предприятии $C_{зп}(1)$, руб.	2800	2900	3000	3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4100	4200
Масса объекта подлежащего ремонту, т	4,00	4,10	4,15	4,20	4,25	4,30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4,60	4,65	4,70	4,75
Тарифный коэффициент, α	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80

Порядок выполнения работы.

1. Определение оптимальной программы ремонтного предприятия графическим методом.

При определении оптимальной программы ремонтного предприятия графическим методом необходимо построить график изменения полной себестоимости ремонта машины в зависимости от программы ремонтного предприятия $C_p = f(W)$.

Перед построением графика (или параллельно ему) необходимо заполнить таблицу 3.

Таблица 3 – Определение затрат на ремонт машин

Наименование затрат	Изменение затрат от программы предприятия, руб.											
	100	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	3000	4000	По варианту (N_m), шт.
Затраты на оплату труда производственных рабочих, $C_{зп}$, руб.												
Затраты на накладные расходы, $C_{нр}$, руб.												
Стоимость запчастей и материалов, $(C_z + C_m)$, руб.												
Транспортные расходы, C_t , руб.												
Общая себестоимость ремонта, C_p , руб.												
Средний радиус перевозки, R_c , км												

Построение графика проводится в следующей последовательности.

1.1. Строятся графики изменения затрат на оплату труда производственных рабочих и суммы накладных расходов в зависимости от программы ремонтного предприятия.

Для этого используются следующие зависимости:

$$C_{зп} = \left(\frac{A_1}{W} + B_1 \right) \cdot C_{зн(1)}, \text{ руб.}; \quad C_{НР} = C_{зп} \cdot \frac{\%HP}{100}, \text{ руб.},$$

где W – программа ремонтного предприятия (от 100 ед. до заданного варианта); $C_{зп}$ – затраты на оплату труда производственных рабочих, руб.; $C_{НР}$ – накладные расходы, руб.

Полученные значения записываются в таблицу 3 и по этим данным строится графическая зависимость $C_{зп} = f(W)$, $C_{НР} = f(W)$.

1.2. Строится график изменения затрат на запасные части и материалы $(C_3 + C_M) = f(W)$. В учебных целях считается, что эти затраты не изменяются при увеличении программы ремонтного предприятия.

1.3. Строится график изменения затрат на транспортировку машины на ремонтные предприятия в зависимости от их программы $C_T = f(W)$.

Для этого используется зависимость:

$$C_T = \alpha \cdot (1 - \eta_3 - \eta_M) \cdot R_C \cdot Q, \text{ руб.},$$

где R_C – фактический средний радиус перевозок, км.

$$R_C = \sqrt{\frac{W}{N_K}} \cdot \eta_T \cdot \eta_o, \text{ км},$$

где N_K – плотность объектов для ремонта (количество машин, приходящихся на площадь со средним радиусом перевозок $R_C = 1$ км).

$$N_K = \frac{N_M \cdot 7}{F}, \text{ 1/км}^2$$

1.4. Строится график изменения общей себестоимости ремонта машин в зависимости от программы ремонтного предприятия $C_P = f(W)$.

$$C_P = C_{зп} + C_{НР} + C_3 + C_M + C_T, \text{ руб.}$$

1.5. По графику изменения общей себестоимости ремонта машины определяется оптимальная программа ремонтного предприятия.

При оптимальной программе суммарные затраты на ремонт машины должны быть наименьшими. Следовательно, оптимальной программе ре-

монтажного предприятия соответствует низшая точка кривой общей себестоимости.

2. Определение оптимальной программы ремонтного предприятия аналитическим методом.

Как было указано выше, оптимальная программа ремонтного предприятия определяется минимумом общих затрат на ремонт машины. Для ремонтных предприятий оптимальная программа лимитируется увеличением удельных транспортных затрат на доставку объектов ремонта.

Поэтому при расчете оптимальной программы ремонтного предприятия используется выражение для определения оптимального среднего расстояния перевозок [9].

$$R_{CP} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot A_1 \cdot D_1 \cdot \eta_n \cdot \eta_T^2 \cdot \eta_o^2}{\alpha \cdot (1 - \eta_z - \eta_m) \cdot N_K}}, \text{ км}$$

где D_1 – затраты на оплату труда производственных рабочих, отнесенные к одной тонне массы машины, на предприятии, принятом за исходное, руб./т; η_n – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина D_1 характеризует сложность ремонта.

$$D_1 = C_{zm(1)} / Q, \text{ руб./т}$$

где $C_{zm(1)}$ – заработная плата производственных рабочих на исходном предприятии, руб.; Q – масса машины, т.

Коэффициент накладных расходов определяется по выражению:

$$\eta_n = 1 + \frac{\%HP}{100}.$$

Зная оптимальное значение среднего расстояния перевозок объектов ремонта можно определить оптимальную программу ремонтного предприятия.

$$W_o = \left(\frac{R_{CP}}{\eta_T \cdot \eta_o} \right)^2 \cdot N_K,$$

После проведенных расчетов сравнить значения оптимальных программ, полученные графическим путем и аналитически и определить процент расхождения.

3. Корректировка программы в зависимости от количества ремонтных предприятий.

3.1. Расчет количества ремонтных предприятий.

Количество ремонтных предприятий для данного типа объектов ремонта может быть найдено двумя способами:

1. Делением всей площади рассматриваемой территории на площадь территории с найденным оптимальным значением среднего расстояния перевозок:

$$K = \frac{F}{\pi \cdot (1,5 \cdot R_{CP} / \eta_T \cdot \eta_o)^2}.$$

2. Делением всего количества объектов ремонта на рассматриваемой территории на найденную оптимальную программу ремонтного предприятия:

$$K = \frac{N}{W_o}.$$

Полученное количество ремонтных предприятий (K) округляется до целого числа (K_p) в меньшую сторону, так как увеличение программы от оптимального числа предпочтительнее, чем уменьшение, что хорошо видно из построенных ранее графиков.

3.2. Корректировка программы ремонтного предприятия.

В связи с тем, что принятое число ремонтных предприятий (K_p) отличается от расчетного (K), изменится и принимаемая программа ремонтного предприятия.

Окончательно принимаемая программа ремонтного предприятия для рассматриваемой территории определится делением количества объектов ремонта, находящихся на данной территории на количество ремонтных предприятий:

$$W_{II} = \frac{N}{K_p}.$$

4. Определение экономического эффекта от ремонта машин на предприятии с принятой программой ремонта.

4.1. Определение себестоимости ремонта машины на предприятии с принятой программой.

Определение себестоимости ремонта машины ведется по формуле [9]:

$$C_{II} = \left[\left(\frac{A_1}{W_{II}} + B_1 \right) \cdot D_1 \cdot \eta_n + \alpha \cdot (1 - \eta_z - \eta_m) \cdot R_{II} \right] \cdot Q + C_3 + C_M, \text{ руб.}$$

где R_{II} – фактический средний радиус перевозки объектов ремонта для предприятия с принятой программой ремонта, км.

$$R_{II} = \sqrt{\frac{W_{II}}{N_K}} \cdot \eta_T \cdot \eta_o, \text{ км.}$$

4.2. Определение себестоимости ремонта машины на исходном предприятии:

$$C_1 = \left[\left(\frac{A_1}{100} + B_1 \right) \cdot D_1 \cdot \eta_n + \alpha \cdot (1 - \eta_z - \eta_m) \cdot R_1 \right] \cdot Q + C_3 + C_M, \text{ руб.}$$

где R_1 – фактический средний радиус перевозки объектов ремонта для предприятия с программой 100 единиц.

$$R_1 = \sqrt{\frac{100}{N_K}} \cdot \eta_T \cdot \eta_o, \text{ км.}$$

4.3. Определение экономии при ремонте всех машин по принятому варианту по сравнению с ремонтом на предприятии с программой 100 единиц.

$$\Delta_r = (C_1 - C_{II}) \cdot N_m, \text{ руб.}$$

Контрольные вопросы:

1. Как изменяется себестоимость ремонта машин в зависимости от программы ремонтного предприятия?
2. Как изменяются затраты на оплату труда производственных рабочих с увеличением программы ремонтного предприятия?
3. Как изменяются затраты на покупные запчасти с увеличением программы ремонтного предприятия?

4. Как изменяются затраты на транспортировку объектов ремонта с увеличением программы ремонтного предприятия?
5. Что такое плотность объектов ремонта?
6. В чем заключается методика определения оптимальной программы ремонтного предприятия?
7. Как определяется необходимое количество ремонтных предприятий?

РАБОТА № 2

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПУНКТА РАСПОЛОЖЕНИЯ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Для определения места расположения ремонтного предприятия необходимо иметь схему территории предполагаемого обслуживания с расположением нумерованных населенных пунктов и обозначенной сетью автомобильных дорог с указанием расстояния между населенными пунктами и массы объектов ремонта сосредоточенные на складах технических обменных пунктов. При выборе пункта расположения ремонтного предприятия необходимо принимать во внимание наличие предприятий, которые могут быть использованы или переоборудованы в намечаемое ремонтное предприятие, условия для нового строительства, обеспеченность кадрами, жилым фондом, энергоснабжение, водоснабжение и т.д. Кроме этого, необходимо учесть и такой важнейший фактор, как транспортные затраты на перевозку объектов, нуждающихся в ремонте. Ремонтное предприятие желательно расположить так, чтобы транспортные затраты по доставке объектов ремонта были наименьшими. Решение этой задачи обычными методами связано с большим объемом счетных работ. Например, при наличии 50 точек расположения объектов ремонта необходимо составить 50 уравнений и найти 1225 расстояний для решения этих уравнений. Профессором Левитским И.С. предложена методика, которая сокращает этот расчет. Указанная методика и применяется в данной работе. **Цель и задачи работы:** выбрать место расположения ремонтного предприятия, рациональное в отношении транспортных затрат на перевозку объектов ремонта и запасных частей.

Для решения задачи необходимо:

1. Определить точку тяготения объектов ремонта.
2. Определить населенный пункт, в котором наиболее целесообразно расположить ремонтное предприятие.

Исходные данные:

- карта зоны обслуживания ремонтного предприятия, включая 11...14 районов области (выдается преподавателем одна на звено из 2–3-х человек);
- массы объектов ремонта в каждом районе в тоннах, согласно заданного варианта (таблица 1);
- пункт расположения базы снабжения запасными частями – точка «С» (задается преподавателем для каждого варианта);
- при расчете полагаем, что объекты ремонта доставляются на ремонтное предприятие с технических обменных пунктов, расположенных в административных центрах районов.

Таблица 1 – Варианты заданий (курсив)

№ точки	Масса машин (т) для заданного варианта														
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
1	600	700	75	700	250	100	500	100	100	150	200	700	700	80	80
2	500	600	100	650	200	200	400	150	200	100	250	600	700	120	200
3	400	500	125	600	175	300	300	100	300	100	200	500	500	100	300
4	300	400	100	550	150	100	500	150	400	100	250	400	400	200	400
5	200	300	150	500	125	200	400	200	500	50	200	300	300	240	500
6	100	275	175	450	100	300	300	250	600	50	250	300	270	280	600
7	51	250	200	400	700	100	500	300	700	50	200	200	200	320	600
8	100	225	250	450	650	200	400	400	600	700	250	100	250	360	600
9	200	200	300	500	625	300	300	600	500	600	200	50	270	400	500
10	300	175	350	550	600	100	400	500	400	100	250	100	300	430	400
11	400	150	400	600	575	200	400	600	300	50	200	200	330	460	300
12	500	125	300	650	550	300	300	500	200	50	250	300	350	500	200
13	600	100	600	700	500	100	500	500	150	100	200	400	400	550	80
14	700	75	700	740	450	200	400	600	100	150	250	500	450	600	100

Порядок выполнения работы.

1. Найти точку (T), к которой тяготеют расположенные на данной территории объекты ремонта (центр тяжести территории).

Для этого надо поместить карту зоны в прямоугольные оси координат и вычислить координаты (X , Y) точки тяготения объектов ремонта (рис.1):

$$X_T = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \text{ мм,}$$

$$Y_T = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}, \text{ мм,}$$

где Q_i – масса объектов в i -й точке, т; $x_i; y_i$ – координаты i -й точки, мм; n – число точек.

Расчеты рекомендуется свести в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчетная таблица для определения точки тяготения объектов ремонта

Название населенного пункта	№ точки	Q_i	x_i	y_i	$Q_i \cdot x_i$	$Q_i \cdot y_i$
	1					
	2					
	...					
	14					
-	-	$\sum Q_i$	-	-	$\sum Q_i \cdot x_i$	$\sum Q_i \cdot y_i$

Найденную точку (T) нанести на карту зоны обслуживания ремонтного предприятия.

2. Выбрать населенный пункт, в котором наиболее целесообразно расположить ремонтной предприятие с учетом имеющейся сети дорог и базы снабжения запасными частями.

2.1. Найти на карте два ближайших к точке тяготения населенных пункта (A и B) и рассчитать работу по перевозке объектов в эти пункты.

Для выполнения вопроса, в котором из них выгоднее организовать ремонтное предприятие необходимо рассчитать работу по перевозке объектов ремонта в данные пункты (P_A, P_B). Тот пункт, где эта работа наименьшая и принять за искомый (без учета перевозки запасных частей).

$$P_{A1} = \sum_{i=1}^n S_{i-A} \cdot Q_i, \quad \text{Т} \cdot \text{км},$$

$$P_{B1} = \sum_{i=1}^n S_{i-B} \cdot Q_i, \quad \text{Т} \cdot \text{км},$$

где S_{i-A} – расстояние от i -го пункта до пункта A , км; S_{i-B} – расстояние от i -го пункта до пункта B , км.

Расчеты работы по перевозке рекомендуется свести в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение работы по перевозке объектов ремонта

№ точки	Q_i	S_{i-A}	S_{i-B}	$S_{i-A} \cdot Q_i$	$S_{i-B} \cdot Q_i$
1					
2					
...					
14					
-	$\sum Q_i$	-	-	$P_{C-A} = \sum S_{i-A} \cdot Q_i$	$P_{C-B} = \sum S_{i-B} \cdot Q_i$

2.2. Рассчитать работу по перевозке запасных частей и выбрать место расположения ремонтного предприятия.

Масса запасных частей может быть ориентировочно принята равным 20% от массы ремонтируемых объектов. А с учетом перевозки утиля в обратном направлении ее надо увеличить в 2 раза. Тогда работа по перевозке запасных частей с базы снабжения (C) до пунктов A и B определится следующим образом:

$$P_{C-A} = S_{C-A} \cdot 0,4 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i, \quad \text{Т} \cdot \text{км},$$

$$P_{C-B} = S_{C-B} \cdot 0,4 \cdot \sum_{i=1}^n Q_i, \quad \text{Т} \cdot \text{км},$$

где S_{C-A} – расстояние от базы снабжения до пункта A , км; S_{C-B} – расстояние от базы снабжения до пункта B , км.

Суммарная работа по перевозке объектов ремонта и запасных частей позволяет определить место расположения ремонтного предприятия.

$$P_A = P_{A1} + P_{C-A}, \quad \text{Т} \cdot \text{км},$$

$$P_B = P_{B1} + P_{C-B}, \quad \text{Т} \cdot \text{км}.$$

Пусть $P_A < P_B$, тогда пункт A – пункт расположения ремонтного предприятия.

3. Определить экономический эффект от уменьшения транспортных затрат.

$$\mathcal{E} = (P_B - P_A) \cdot C, \quad \text{руб.}$$

где C – стоимость одного тонно-километра, руб. (при расчетах принять 0,1 руб./т·км).

Контрольные вопросы:

1. Что такое точка тяготения объектов ремонта?
2. Почему при выборе пункта расположения ремонтного предприятия сначала определяется точка тяготения объектов ремонта?
3. Как определяется точка тяготения объектов ремонта?
4. Какие факторы необходимо учитывать при выборе пункта расположения ремонтного предприятия?

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЙ РЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ВЫБОР ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Обоснование расположения отделений предприятия производят на основании предлагаемой компоновочной схемы, соблюдая следующие условия:

1. Базовая деталь должна двигаться прямолинейно по кратчайшему пути.
2. Встречные и пересекающиеся потоки необходимо свести до минимума.

Это достигается путем изменения студентом предлагаемой схемы расположения отделений и обоснования внесенных изменений.

Цель и задачи работы:

1. Построить график грузопотока для заданного варианта расположения отделений ремонтного предприятия.
2. Выбрать и вычертить схему рационального расположения отделений ремонтного предприятия и построить график грузопотока.
3. Подобрать необходимое подъемно-транспортное оборудование и указать его на схеме рационального расположения отделений ремонтного предприятия.

Исходные данные:

- варианты расположения отделений существующего ремонтного предприятия (схема);
- распределение масс деталей по отделениям ремонтного предприятия, согласно заданному варианту (таблица 3);
- марка и масса объекта ремонта (задается преподавателем).

Распределение масс деталей по отделениям ремонтного предприятия следует занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Распределение масс деталей по отделениям ремонтного предприятия

№ п/п	Транспортировка деталей		Масса деталей	
	откуда	куда	в % от массы машины	в кг
1.				
2.				
и т. д.				

Порядок выполнения работы:

1. Построение графика грузопотока для заданного варианта и выбор рационального расположения отделений ремонтного предприятия.

Графики грузовых потоков ремонтных предприятий показывают схему движения объектов ремонта, материалов и запасных частей в соответствии с последовательностью хода производственного процесса. Такие графики строят для проверки правильности компоновки цехов на генплане, цехов или отделений на плане производственного корпуса, т.е. для контроля за соблюдением основного принципа – выбора кратчайшего пути движения объектов ремонта, материалов и запчастей. При этом выявляются встречные и пересекающиеся грузопотоки.

Линии грузовых потоков показывают путь движения грузов, а их ширина изображает массу в соответствующем масштабе. Ширина полос по отделениям соответствует в принятом масштабе массам деталей, поступающих в отделения согласно заданного варианта (табл.1). Между собой полосы соединяют в соответствии с принятой схемой производственного процесса ремонта машин. Направление движения грузов указывают стрелками.

График строится на листе миллиметровки, на котором представлена схема расположения отделений ремонтного предприятия. На полосах необходимо указать массу перемещаемых грузов.

При построении графика грузопотоков там, где это возможно, следует направлять грузопоток из отделения в отделение по прямой.

В отчете дается краткое описание графика грузопотоков с указанием встречных или пересекающихся грузопотоков. После этого делается заключение о правильности компоновки отделений ремонтного предприятия и предлагается свой вариант расположения отделений.

На листе миллиметровки вычерчивается выбранная (рациональная) схема расположения отделений ремонтного предприятия, на которую наносится график грузопотока, с указанием % масс перемещаемых грузов.

2. Выбор подъемно-транспортного оборудования.

На основании графика грузопотока с рациональной схемой расположения отделений ремонтного предприятия производится выбор необходимых подъемно-транспортных средств.

Исходными данными для выбора подъемно-транспортного оборудования является масса поднимаемых и транспортируемых объектов. Рекомендации по выбору подъемно-транспортного оборудования представлены на с. 258-259 [9], на плакатах, имеющихся в аудитории, а его характеристика – [10].

Выбранное подъемно-транспортное оборудование необходимо показать на рациональной схеме расположения отделений условными изображениями [11] и записать в отчет в форме таблицы 2.

Таблица 2. Подъемно-транспортное оборудование ремонтного предприятия.

№ п/п	Наименование отделений	Наименование и марка оборудования	Характеристика оборудования	Примечание
1.				
...				
14.				

Варианты компоновочных схем расположения отделений

I

2	4	6	8	10	12	14
1	3	5	7	9	11	13

II

3	4	7	8	11	12	14
1	2	5	6	9	10	13

III

2	3	6	7	10	11	13
1	4	5	8	9	12	14

IV

1	4	5	8	9	12	14
3	2	7	6	11	10	13

V

2	3	6	7	10	11	13
4	1	8	5	12	9	14

Наименование подразделений предприятия:

1 – приемки, 2 – наружной мойки, 3 – мойки деталей, 4 – разборки, 5 - дефектовки, 6 – склад утиля, 7 – кузнечный, 8 – сварки, 9 – комплектовки, 10 - механический, 11 – склад запасных частей, 12 – сборочный, 13 – окраски, 14 - испытательный.

Таблица 3 – Варианты заданий

Транспортирование деталей			Массы деталей в % от массы машины по вариантам														
Откуда		Куда	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Компоновочные схемы			I			II			III			IV			V		
1	От заказчика	В отделение приемки	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	Из отделения приемки	В отделение наружной мойки	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	Из отделения наружной мойки	В отделение разборки	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	Из отделения разборки	В отделение мойки	90	95	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93
		В склад утиля	10	5	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	9	8	7
5	Из отделения мойки	В отделение дефектовки	60	60	55	52	50	59	62	53	56	54	60	56	61	60	60
		В сварочное отделение	30	35	25	29	32	24	22	32	30	33	28	33	30	32	33
6	Из отделения дефектовки	В кузнечное отделение	5	4	5	5	5	10	7	5	6	5	5	5	6	5	8
		В отделение комплектовки	16	16	10	10	10	10	10	8	14	9	10	13	10	12	12
		В отделение сварки	10	15	10	7	10	9	15	10	10	10	15	8	15	13	10
		В склад утиля	15	10	15	15	10	15	12	15	11	15	10	12	15	12	15
		В отделение сборки	10	7	10	10	10	10	13	10	10	10	15	13	10	13	10
		В механическое отделение	5	8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	Из кузнечного отделения	В отделение сварки	5	4	5	5	5	10	7	5	6	5	5	5	6	5	8
8	Из отделения сварки	В механическое отделение	45	54	40	41	47	43	44	47	46	48	48	46	51	50	51
9	Из механического отделения	В сборочное отделение	25	31	23	23	26	24	25	26	25	26	27	26	28	27	28
		В отделение комплектовки	25	31	22	23	26	24	24	26	26	27	26	25	28	28	28
10	Со склада запасных частей	В отделение комплектовки	15	10	15	15	10	15	12	15	11	15	10	12	15	12	15
11	Из отделения комплектовки	В отделение сборки	55	57	47	48	46	49	46	49	41	51	46	50	53	52	55
12	Со склада запасных частей	В отделение сборки	10	5	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	9	8	7
13	Из отделения сборки	В испытательное отделение	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
14	Из испытательного отделения	В отделение окраски	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

РАБОТА № 4

СОСТАВЛЕНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА МАШИН

В соответствии с заданным вариантом устанавливают события и определяют ожидаемую продолжительность выполнения работ между событиями по двум или трем оценкам.

Цель работы – научиться строить сетевые графики для оценки производственных процессов ремонтных предприятий.

Задание

1. Записать все «события» производственного процесса ремонта заданного агрегата, определить ожидаемое время выполнения работ между событиями, построить сетевой график.

2. Найти критический путь и наметить способы его уменьшения.

Исходные данные для расчета (по варианту таблица 1)

1. Наименование объекта ремонта.
2. Перечень ремонтных операций.
3. Продолжительность ремонтных операций
 - а) максимальная (t_{\max})
 - б) наиболее вероятная ($t_{\text{в}}$)
 - в) минимальная (t_{\min})

Таблица 1 – Варианты заданий

№ п/п	Виды работ	Продолжительность работы, час								
		t_{\max}	$t_{\text{в}}$	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{в}}$	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{в}}$	t_{\min}
		Ремонт пускового двигателя								
		Вариант 1			Вариант 2			Вариант 3		
1	Разборка	8,00	-	7,00	9,20	8,00	7,20	8,75	8,50	7,75
2	Мойка	0,60	0,50	0,40	0,70	-	0,50	0,80	0,75	0,50
3	Дефектовка	0,90	0,80	0,70	0,80	0,75	0,70	0,75	-	0,65

4	Слесарные работы	2,20	2,00	1,80	2,20	-	2,00	2,25	2,20	2,10
5	Станочные работы	1,20	-	0,80	1,30	1,20	1,15	1,40	1,30	1,25
6	Сварочные работы	0,90	0,80	0,70	0,95	-	0,80	0,85	0,82	0,80
7	Кузнечные работы	0,50	0,40	0,30	0,50	0,45	0,40	0,60	-	0,40
8	Комплектовка	0,70	0,60	0,50	0,75	-	0,55	0,75	0,70	0,68
9	Сборка	11,0	-	9,00	10,0	9,00	8,00	9,00	8,00	7,00
10	Обкатка и испытание	2,80	2,60	2,55	2,60	-	2,40	2,60	2,40	2,20
11	Окраска	0,41	0,40	0,39	0,52	0,50	0,48	0,48	-	0,42
12	Сушка	8,00	7,00	6,20	7,20	-	6,40	7,00	6,50	6,45
		Ремонт редуктора пускового двигателя								
		Вариант 4			Вариант 5			Вариант 6		
1	Разборка	1,60	-	1,40	1,50	1,40	1,30	1,40	1,35	1,30
2	Мойка деталей	0,60	0,50	0,40	0,70	-	0,55	0,60	0,55	0,50
3	Дефектовка	0,32	-	0,28	0,35	0,32	0,30	0,40	0,35	0,30
4	Слесарные работы	0,50	0,40	0,30	0,48	-	0,40	0,45	0,40	0,38
5	Станочные работы	0,55	-	0,45	0,50	0,45	0,40	0,45	0,40	0,35
6	Кузнечные работы	0,15	0,10	0,09	0,20	-	0,10	0,14	0,12	0,10
7	Сварочные работы	0,30	-	0,15	0,30	0,25	0,20	0,25	0,22	0,20
8	Комплектовка	0,25	0,24	0,22	0,24	-	0,20	0,24	0,20	0,15

9	Сборка	2,20	-	1,90	2,15	2,10	2,08	2,25	2,20	2,18
10	Обкатка и испытание	1,10	1,00	0,90	1,00	-	0,85	1,20	0,95	0,90
11	Окраска	0,22	-	0,18	0,24	0,22	0,20	0,25	0,22	0,15
12	Сушка	7,00	6,00	5,00	7,00	-	6,00	6,50	6,40	6,30
		Ремонт топливной аппаратуры								
		Вариант 7			Вариант 8			Вариант 9		
1	Разборка	3,40	3,30	3,25	3,30	3,25	3,20	3,20	-	3,18
2	Мойка	0,60	0,50	0,40	0,65	-	0,50	0,56	0,54	0,52
3	Дефектовка	0,70	0,60	0,50	0,62	0,61	0,60	0,65	-	0,63
4	Слесарные работы	1,30	1,20	1,10	1,15	-	1,05	1,20	1,15	1,10
5	Станочные работы	0,82	0,80	0,78	0,86	0,85	0,84	0,83	-	0,80
6	Комплектовка	0,60	0,50	0,40	0,65	0,55	0,50	0,52	-	0,50
7	Сборка	4,20	4,00	3,90	4,15	-	4,10	4,35	4,25	4,15
8	Обкатка	3,20	3,00	2,80	2,90	2,80	2,70	2,90	-	2,80
9	Испытание	0,55	0,50	0,45	0,50	-	0,48	0,51	0,49	0,47
10	Окраска	0,21	0,20	0,19	0,22	0,18	0,16	0,19	-	0,15
11	Сушка	7,20	7,00	6,80	7,00	-	6,80	6,95	6,90	6,85
		Ремонт переднего моста трактора								
		Вариант 10			Вариант 11			Вариант 12		
1	Разборка	3,70	-	3,55	3,64	3,62	3,60	3,61	3,59	3,57
2	Мойка	0,70	0,60	0,50	0,64	0,62	0,60	0,51	-	0,48
3	Дефектовка	0,71	-	0,69	0,72	0,69	0,67	0,70	0,65	0,60
4	Слесарные работы	1,20	1,00	0,80	0,90	0,85	0,80	1,00	-	0,90
5	Станочные работы	0,95	-	0,85	0,95	0,85	0,82	1,10	1,00	0,95

6	Сварочные работы	0,70	0,60	0,50	0,64	0,62	0,60	0,60	-	0,56
7	Кузнечные работы	0,42	-	0,38	0,50	0,45	0,40	0,42	0,38	0,36
8	Вулканизационные работы	0,60	0,50	0,45	0,65	0,60	0,55	0,65	-	0,40
9	Комплектовка	0,51	-	0,49	0,52	0,49	0,46	0,55	0,54	0,53
10	Сборка	4,20	4,00	3,80	4,40	4,20	4,15	4,30	-	4,20
11	Окраска	0,32	-	0,29	0,40	0,35	0,30	0,35	0,34	0,32
12	Сушка	6,00	5,00	4,55	4,95	4,80	4,75	4,95	-	4,85
		Ремонт заднего моста								
		Вариант 13			Вариант 14			Вариант 15		
1	Разборка	8,55	-	8,45	8,62	8,60	8,58	8,42	-	8,38
2	Мойка деталей	0,80	-	0,65	0,72	-	0,70	0,75	0,65	0,21
3	Дефектовка	0,61	-	0,59	0,60	0,59	0,58	0,69	-	0,61
4	Слесарные работы	2,10	-	1,95	2,20	-	1,60	1,95	1,90	1,85
5	Станочные работы	1,51	-	1,49	1,50	1,48	1,47	1,50	-	1,40
6	Сварочные работы	1,10	-	0,90	1,00	-	0,94	1,12	1,10	1,08
7	Кузнечные работы	0,72	-	0,68	0,72	0,69	0,66	0,73	-	0,71
8	Комплектовка	0,80	-	0,70	0,75	-	0,73	0,74	0,73	0,72
9	Сборка	11,0	-	9,00	10,0	9,50	9,40	10,6	-	10,4
10	Обкатка и испытание	1,20	1,10	1,00	1,10	-	1,00	1,20	1,15	1,10

11	Окраска	0,70	0,61	0,50	0,75	0,65	0,55	0,60	0,53	0,45
12	Сушка	7,00	6,55	6,00	5,00	-	3,00	4,50	4,00	3,90
		Ремонт коробки передач								
		Вариант 16			Вариант 17			Вариант 18		
1	Разборка	8,62	-	8,45	8,62	-	8,58	8,58	-	8,38
2	Мойка деталей	0,72	0,69	0,65	0,72	0,70	0,68	0,70	0,45	0,21
3	Дефектовка	0,60	-	0,59	0,60	-	0,58	0,68	-	0,61
4	Слесарные работы	2,20	2,10	1,95	2,20	1,90	1,60	1,95	1,90	1,85
5	Станочные работы	1,50	-	1,41	1,48	1,46	1,42	1,47	-	1,42
6	Сварочные работы	1,00	0,94	0,89	1,10	1,00	0,94	1,15	1,10	0,98
7	Кузнечные работы	0,72	0,69	0,67	0,72	-	0,66	0,86	0,82	0,76
8	Комплектовка	0,75	0,73	0,70	0,76	0,73	0,70	0,78	0,73	0,72
9	Сборка	10,0	9,55	9,00	10,1	9,62	9,12	9,44	9,22	8,96
10	Обкатка и испытание	1,12	1,05	0,98	1,10	1,05	0,95	1,20	1,15	1,10
11	Окраска	0,75	-	0,70	0,85	0,81	0,77	0,55	-	0,46
12	Сушка	6,00	5,74	5,66	5,00	4,55	4,00	3,95	3,78	3,58
		Ремонт главной передачи								
		Вариант 19			Вариант 20			Вариант 21		
1	Разборка	8,55	-	8,40	8,62	8,60	8,38	8,42	8,40	8,36
2	Мойка деталей	0,80	0,70	0,60	0,72	-	0,58	0,75	0,71	0,68
3	Дефектовка	0,61	0,58	0,52	0,60	0,59	0,57	0,69	0,59	0,55
4	Слесарные работы	2,10	-	1,95	2,20	2,15	2,08	1,95	1,89	1,85

5	Станочные работы	1,51	1,49	1,40	1,50	1,46	1,40	1,50	1,48	1,45
6	Сварочные работы	1,10	-	1,01	1,02	0,99	0,95	1,12	-	1,08
7	Кузнечные работы	0,75	0,71	0,67	0,72	0,69	0,52	0,73	0,69	0,66
8	Комплектовка	0,80	-	0,71	0,75	-	0,66	0,74	-	0,72
9	Сборка	11,0	10,2	9,86	10,0	9,88	9,24	10,6	10,4	10,1
10	Обкатка и испытание	1,20	-	1,12	1,10	-	0,90	1,20	-	1,15
11	Окраска	0,70	0,69	0,62	0,75	0,65	0,58	0,60	0,56	0,45
12	Сушка	7,00	-	6,55	5,00	-	4,67	4,58	-	4,12
		Ремонт рулевого управления								
		Вариант 22			Вариант 23			Вариант 24		
1	Разборка	8,55	8,52	8,45	8,62	8,60	8,55	8,75	8,50	7,75
2	Мойка деталей	0,80	0,73	0,65	0,72	-	0,64	0,75	-	0,68
3	Дефектовка	0,61	-	0,59	0,60	0,59	0,54	0,69	0,66	0,61
4	Слесарные работы	2,10	2,03	1,95	2,20	-	2,10	1,95	1,90	1,85
5	Станочные работы	1,51	-	1,48	1,50	1,48	1,41	1,50	-	1,41
6	Сварочные работы	1,10	1,02	0,94	1,00	0,95	0,87	1,12	1,07	1,01
7	Кузнечные работы	0,72	-	0,68	0,72	0,69	0,62	0,73	-	0,71
8	Комплектовка	0,80	0,76	0,70	0,75	-	0,66	0,74	0,71	0,69
9	Сборка	11,0	-	10,5	10,1	9,56	9,22	9,12	9,02	8,84
10	Обкатка и испытание	1,20	1,15	1,12	1,11	1,02	0,99	1,01	0,92	0,85

11	Окраска	0,70	0,62	0,53	0,75	0,65	0,60	0,69	0,64	0,59
12	Сушка	7,00	6,65	6,02	5,00	-	4,88	4,50	-	4,36

Исходные и расчетные значения оформляются в форме таблицы:

Перечень ремонтных операций	Продолжительность работы в часах			
	t_{\max}	$t_{\text{нв}}$	t_{\min}	$t_{\text{ож}}$
1.				
2.				
3.				
.				
.				
.				
12.				

Значения величин t_{\max} , $t_{\text{нв}}$, t_{\min} приведены в Вашем варианте по данным хронометражных наблюдений при разном числе исполнителей и различной освещенности рабочих мест.

Общие положения по составлению сетевых графиков

Сетевой график представляет наглядное изображение комплексов работ в технологической последовательности их выполнения и взаимосвязь. Сетевые графики благодаря своей наглядности дают возможность анализировать правильность кооперирования ремонтных предприятий, организацию производственных процессов, контролировать ход их выполнения. При построении сетевых графиков применяются следующие основные понятия, термины и обозначения:

1. **Событие** – начало или окончание какой-либо работы. На событие не расходуются ни время, ни какие-либо ресурсы. На сетевом графике событие изображают кружками (чаще всего), квадратиками, треугольниками и т.п. Внутри кружка ставится номер события. События не обязательно располагаются на графике в порядке номеров.

2. **Работа** – процесс, в результате которого наступает какое-либо событие. Под термином «Работа» понимается действительно трудовой процесс и ожидание (например, период времени, необходимый для высыхания краски). На сетевом графике работа обозначается линией со стрелкой. Над ней указывается ожидаемая продолжительность работы. Стрелка показывает какое событие наступит в результате выполнения работы.

3. **Зависимость (фиктивная работа)** – связь между событиями не требующая ни затрат времени, ни ресурсов, показывающая только зависимость одного события от другого. Обозначается на сетевом графике пунктирной линией со стрелкой

4. **Наиболее вероятная продолжительность выполнения работы** ($t_{нв}$) – наиболее точная оценка периода времени, в течение которого может быть выполнена работа.

5. **Критический путь** ($t_{кр}$) – наибольшее время расходуемое на период от начального к конечному событию. Обозначается на сетевых графиках «жирными» линиями со стрелками, перечеркнутыми и т.п.

6. **Резерв (Р)** – разница времени между критическим и любым другим путем, ведущим от начального к конечному событию.

7. **Установленный срок выполнения работы** (t_y) – директивный или установленный вышестоящей организацией либо производственной необходимостью срок выполнения всего комплекса работ.

8. **Резерв (P_y)** – по отношению к установленному сроку окончания работ – разность между установленным сроком окончания работ и критическим путем, найденным по графику.

Понятие **критический путь** имеет большое значение в практической работе. Продолжительностью критического пути определяется общая продолжительность выполнения всего комплекса работ. Применительно к технологическому процессу ремонта машин критический путь определяет продолжительность пребывания машины в ремонте. Для сокращения времени пребывания машины в ремонте сокращают время выполнения работ, «лежа-

щих» на критическом пути за счет различных технологических и организационных мероприятий (увеличение числа исполнителей и рабочих мест, применение более производительного оборудования и т.п.)

Содержание и порядок выполнения работы

1. В соответствии с заданным вариантом устанавливаются события и составляется их перечень.

2. Определяется ожидаемая продолжительность выполнения работ ($t_{ож}$) между событиями по трем или двум оценкам.

При наличии трех оценок продолжительность времени на выполнение работы определяется по формуле:

$$t_{ож} = (t_{max} + 4 \cdot t_{нв} + t_{min}) / 6, \text{ ч}$$

а при наличии двух оценок:

$$t_{ож} = (2 \cdot t_{max} + 3 \cdot t_{min}) / 5, \text{ ч}$$

3. По этим данным строится сетевой график с указанием на графике номеров событий и продолжительности выполнения работ.

4. По подсчету времени от начального до конечного события определяют длительности различных путей и находится критический путь.

5. Определяется вероятность выполнения работ (P_R) по таблице в установленный директивный срок ($t_{дир}$) по значению (величине) функции распределения (Z):

$$Z = (t_{дир} - t_{кр}) / \sqrt{\sum \sigma^2 * t_{ожi}}$$

здесь: $\sigma = (t_{max i} - t_{min i}) / 6$

В учебных целях $t_{дир}$ задается после определения $t_{кр}$

$$t_{дир} = t_{кр} + (0,1 \dots 0,5) \text{ ч}$$

Выполнение работ в установленный срок при $P_R = 0,5$ и более вероятно, при $P_R < 0,25$ – маловероятно. Если $P_R > 0,6$, то планирование выполнено с запасом.

Таблица 2 – Зависимость вероятности выполнения работ от функции распределения

Z	P _R	Z	P _R	Z	P _R
0	0,5	2,0	0,9772	-1,8	0,0359
0,2	0,5793	2,2	0,9861	-1,6	0,0548
0,4	0,6554	2,4	0,9918	-1,4	0,0808
0,6	0,7257	2,6	0,9953	-1,2	0,1151
0,8	0,7881	2,8	0,9974	-1,0	0,1587
1,0	0,8413	-2,8	0,0026	-0,8	0,2119
1,2	0,8849	-2,6	0,0047	-0,6	0,2743
1,4	0,9192	-2,4	0,0082	-0,4	0,3446
1,6	0,9452	-2,2	0,0139	-0,2	0,4207
1,8	0,9641	-2,0	0,0228	-0,0	0,5000

6. Если P_R оказалась больше 0,5 – необходимо дать предложения по уменьшению критического пути.

Библиографический список

1. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И. С. Серый., А.П. Смелов, В.Е. Черкун. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.
2. Надежность и ремонт машин /В. В. Курчаткин, Н. А/ Тельнов, К. А. Ачкасов и др.; Под ред. В. В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.
3. Бабусенко, С. М. Проектирование ремонтно-обслуживающих предприятий / С. М. Бабусенко – 2-е изд., перераб. и доп.–М.: Агропромиздат, 1990. – 352 с.

Проектирование предприятий технического сервиса в АПК
Методические указания по выполнению расчетных работ

Составители: Александр Васильевич Колпаков
Мария Николаевна Васильева

Усл. печ. л. 2,1.

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия.

603107, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97, НГСХА.