

Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный аграрный университет»
Факультет инженерных технологий
Кафедра «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК»

Г.А. Иовлев
В.С. Зорков

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ
**Технологическое проектирование предприятий технического
сервиса**

для очной и заочной форм обучения

Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия».

Направленность «Эксплуатация технологических и транспортных машин»

Екатеринбург 2022

Утверждены на заседании кафедры Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК 11 февраля 2022 года, протокол №114

Утверждены на учебно-методической комиссии факультета инженерных технологий 11 февраля 2022г., протокол №2

Утверждены на Ученом Совете факультета инженерных технологий 11 февраля 2022 года, протокол №81

Введение

Транспортно – технологический комплекс (ТТК), являясь ведущей составляющей отраслей народного хозяйства, обладает значительными резервами повышения эффективности использования. Первостепенную роль в этом вопросе приобретает основная задача технической эксплуатации ТТК – повышение технической готовности подвижного состава при наименьших трудовых и материальных затратах на содержание, техническое обслуживание и ремонт.

Уровень технической готовности ТТК, обуславливающий эффективность выполнения транспортно – технологической работы, определяется, главным образом, соответствием производственно – технической базы (ПТБ) ТТК современным требованиям технической эксплуатации транспортно – технологических машин.

Успешное решение основной задачи технической эксплуатации и вопросов проектирования или реконструкции ПТБ предприятий определяется глубиной знаний основ технологического проектирования ПТС и умением пользоваться методиками главных его частей – технологического расчета и разработки планировочных решений, которые наряду с другими входят в состав дипломного проекта по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», направленность «Эксплуатация технологических и транспортных машин»

Выполнение ВКР занимает одно из главных мест в профессиональной подготовке молодого специалиста. Оно является завершающим этапом учебного процесса в вузе, в период которого приобретаются навыки непосредственного практического использования полученных студентом знаний.

1. Задачи и содержание ВКР.

ВКР должен отвечать современным требованиям науки и техники и отражать основные вопросы, с которыми бакалавр может встречаться в своей практической деятельности.

Задача выполнения ВКР – развить у студента самостоятельность в выборе и разработке инженерных решений, строгость в обосновании принятых решений, точность в расчетах, умение логично формулировать свои мысли и предложения при разработке производственных и научных вопросов.

В ВКР обучающийся обязан показать умение самостоятельно решать инженерные, экономические, экологические и социальные задачи, проявить достаточную эрудицию, грамотность и способность правильного применения всего комплекса знаний по изученным в вузе дисциплинам. Дипломный проект разрабатывается с учетом современных новейших официальных положений, ГОСТа, СНИПов, инструкций и нормативов, относящихся к развитию отрасли и разрабатываемой теме.

ВКР должна быть выполнена с учетом перспектив развития ТТК и предусматривать внедрение в производство новых достижений науки и техники, использование современных методов и технологий, производственной эстетики, экологии и научной организации труда.

Тему ВКР целесообразно выбирать реальную. Реальным можно считать проект, разрабатываемый по официальному заказу предприятия технического сервиса, проектной организации или вуза для конкретных производственных или

лабораторных условий, материалы которого полностью или частично запланировано внедрить в практику.

Содержание ВКР обуславливается его темой – как правило, проектированием нового или реконструкцией существующего предприятия технического сервиса, ремонтно – механической мастерской (РММ), гаража, пункта или станции технического обслуживания (СТО) с комплексным инженерно – техническим решением отдельных технологических, организационных, конструкторско-технологических и экономических вопросов.

Под термином «проектирование» подразумевается разработка плана – концепции, т.е. системы точек зрения и взглядов на различные аспекты создания нового предприятия в совокупности с комплексом документов (расчетов, чертежей, обоснований), необходимых для его строительства, оснащения и функционирования. Естественно, что в дипломном проектировании выполняются не все, а лишь часть принципиальных разработок, определенных его объемом.

Под реконструкцией подразумевается коренная перестройка существующего предприятия, предусматривающая улучшение, усовершенствование и упорядочение его функционирования.

Одна и та же тема реальной или перспективной ВКР может разрабатываться двумя студентами при условии принципиально различных общих инженерных решений и конструкторских разработок. Целесообразно выполнять комплексное дипломное проектирование, при котором каждый дипломный проект содержит основную, присущую конкретной специальности часть и общие для всех начальную (исходные данные, генплан и пр.) и заключительную (техничко – экономические показатели, заключение) части.

1. ВКР состоит из пояснительной записки и графической части.

1.1. Содержание пояснительной записки.

1. Введение – это ответственная часть проекта, поскольку является, по сути, его краткой аннотацией. Поэтому необходимо в сжатой форме (1-2 стр.), но достаточно полно и логически связано с основным содержанием проекта изложить эту часть с учетом следующих рекомендаций.

Вначале приводятся основные задачи, стоящие перед АПК, а также проблемы, которые возникают при эксплуатации техники. Следует указать пути решения этих проблем, подчеркивая те, которые связаны с тематикой проекта. Необходимо отметить значение и роль технического сервиса в АПК для повышения эффективности использования техники. Затем требуется показать главное направление работы, ее актуальность и определить основные задачи, решению которых посвящен настоящий проект.

2. В технико – экономическом обосновании проекта (10-12 стр.) приводится общая характеристика предприятия, природно - климатические условия, состав ремонтно – обслуживающей базы и план размещения пунктов ТО и ремонта организации, по которой выполняется дипломное проектирование. Приводятся характеристики парка техники, и описывается состояние системы ТО и Р. Дается анализ хозяйственно – экономической деятельности, выявляются недостатки в работе и резервы повышения эффективности использования техники. На основании

анализа намечаются мероприятия для дальнейшего улучшения деятельности предприятия.

3. Технологическая часть (20-24 стр.) состоит из следующих разделов:
 - 3.1. Расчет производственной программы и объема работ предприятия АПК по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту транспортно – технологических машин.
 - 3.2. Расчет числа постов и линий технического обслуживания и текущего ремонта.
 - 3.3. Расчет и подбор технологического оборудования для зон и участков.
 - 3.4. Расчет площадей производственных, складских и вспомогательных помещений.
 - 3.5. Разработка объемно – планировочных решений производственных зданий РОБ.
 - 3.6. Составление технологической карты.
4. Организационная часть (10-12 стр.)
 - 4.1. Система и методы организации производства ТО и Р парка ТТМ. Обоснование выбранного метода.
 - 4.2. Суточный график работы предприятия технического сервиса.
 - 4.3. Функциональная схема производственного процесса ПТС и технологические маршруты.
 - 4.4. Технология выполнения работ по видам технических воздействий.
 - 4.5. Организация труда исполнителей.
 - 4.6. Структура и функции управления производством.
 - 4.7. Комплекс подготовки производства, его состав и функции.
 - 4.8. Контроль качества ТО и Р.
5. Конструкторская часть (10-12 стр.), где выполняется проектирование и приводятся инженерные расчеты какого – либо механизма или устройства, используемого при ТО и Р на разработанном предприятии:
 - 5.1. Обзор существующих конструкций, обоснование выбранной для разработки конструкции.
 - 5.2. Описание устройства и действие конструкции.
 - 5.3. Расчет конструкции (на производительность, прочность деталей и т.п.).
 - 5.4. Мероприятия, обеспечивающие безопасность работы предлагаемого устройства.
 - 5.5. Расчет экономической эффективности от внедрения конструкторской разработки.
6. Экономическая часть. (10-12 стр.)
 - 6.1. Расчет основных технико-экономических показателей проекта.
 - 6.2. Определение экономической эффективности основных организационно-технических мероприятий методом сравнительного анализа.
 - 6.3. Расчет окупаемости проектируемого или реконструируемого предприятия технического сервиса.

1.2. Содержание графической части.

1. Техничко-экономическое обоснование проекта.	
1.1. Анализ хозяйственной деятельности предприятия	- 1 лист
2. Технологическая часть	
2.1. Объемно – планировочное решение проектируемого корпуса	- 1 лист
2.2. Технологическая карта того или иного процесса ТО или Р какого либо узла или агрегата	- 1 лист
3. Организационная часть	
3.1 График месячной загрузки производственного корпуса	- 1 лист
4. Конструкторская часть	
4.1 Обзор существующих конструкций оборудования, приспособлений и оснастки для конструктивной разработки	- 1 лист
4.2 Общий вид конструктивной разработки	- 1 лист
4.3 Сборочный чертеж	- 1 лист
4.4 Деталировка	- 1 лист
5. Экономическая часть	
5.1 Экономическая эффективность, расчет окупаемости внедряемого оборудования, приспособления или всего проекта в целом	- 1 лист

2. Технологический расчет предприятия технического сервиса

2.1 Исходные данные. Включают следующие показатели:

- Списочное количество транспортно-технологических машин по типам и маркам

- Годовую выработку на одну транспортно-технологическую машину.

2.2 Расчет производственной программы по ТО и Р парка транспортно-технологических машин

Для определения годовых трудозатрат на ТО и Р парка ТТМ используется один из известных методов.

В начале рассчитывается количество обслуживаний N за год по формулам:

для тракторов

количество КР
$$N_{KR} = \frac{H_i}{H_{KPi}}, \quad (6)$$

количество ТР
$$N_{TP} = \left(\frac{H_i}{H_{TP}}\right) - N_{KR},$$

количество ТО-3
$$N_{TO-3} = \left(\frac{H_i}{H_{TO-3}}\right) - N_{KR} - N_{TP},$$

количество ТО-2
$$N_{TO-2} = \left(\frac{H_i}{H_{TO-2}}\right) - N_{KR} - N_{TP} - N_{TO-3},$$

количество ТО-1
$$N_{TO-1} = \left(\frac{H_i}{H_{TO-1}}\right) - N_{KR} - N_{TP} - N_{TO-3} - N_{TO-2}$$

для зерно- и кормоуборочных комбайнов

количество КР
$$N_{KR} = \frac{H_i}{H_{KPi}}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned}
\text{количество ТР} \quad N_{ТР} &= \left(\frac{H_i}{H_{ТР}}\right) - N_{КР}, \\
\text{количество ТО-2} \quad N_{ТО-2} &= \left(\frac{H_i}{H_{ТО-2}}\right) - N_{КР} - N_{ТР}, \\
\text{количество ТО-1} \quad N_{ТО-1} &= \left(\frac{H_i}{H_{ТО-1}}\right) - N_{КР} - N_{ТР} - N_{ТО-2} \\
&\quad \text{для автомобилей} \\
\text{количество КР} \quad N_{КР} &= \frac{L_{АВТ}}{L_{КР}}, \quad (7) \\
\text{количество ТР} \quad N_{ТР} &= \frac{L_{АВТ}}{L_{ТР}} - N_{КР}, \\
\text{количество ТО-2} \quad N_{ТО-2} &= \left(\frac{L_{АВТ}}{L_{ТО-2}}\right) - N_{КР} - N_{ТР}, \\
\text{количество ТО-1} \quad N_{ТО-1} &= \left(\frac{L_{АВТ}}{L_{ТО-1}}\right) - N_{КР} - N_{ТР} - N_{ТО-2}.
\end{aligned}$$

количество СО за год будет равно 2.

где $H_{КР}, H_{ТР}, H_{ТО-3}, H_{ТО-2}, H_{ТО-1}$ - нормативы выработки технологических машин между Р и ТО;

$L_{КР}, L_{ТО-2}, L_{ТО-1}$ - нормативный пробег между Р и ТО.

Годовая трудоемкость ТО и Р составит (чел.-ч.)

$$T_P^{TM} = N_{ТО-1}T_{ТО-1} + N_{ТО-2}T_{ТО-2} + N_{ТО-3}T_{ТО-3} + N_{ТР}T_{ТР} + N_{КР}T_{КР}, \quad (8)$$

$$T_P^{ABT} = N_{ТО-1}T_{ТО-1} + N_{ТО-2}T_{ТО-2} + N_{ТР}T_{ТР} + N_{КР}T_{КР}, \quad (9)$$

Суммарная трудоемкость составит (чел.-ч.)

$$T_P = T_P^{TM} + T_P^{ABT} + T_{доп}$$

где $T_{доп}$ – дополнительная трудоёмкость. $T_{доп} = 5-7\%$ от $T_P^{TM} + T_P^{ABT}$

Расчитанные таким образом данные целесообразно свести в таблицу.

2.3 Выбор методов диагностирования, технического обслуживания и ремонта.

Критерием для выбора метода выполнения технического обслуживания (поточного или на универсальных постах) является программа по каждому виду обслуживания.

ТО-1 Универсальный пост до 12 ед. ТТМ

Поточная линия свыше 12 ед.

ТО-2 Универсальный пост 1-2 ед.

Поточная линия 5-6 ед.

2.4 Расчет численности рабочих и распределение их по объектам работы

Для определения численности ремонтной бригады, ее профессионального состава следует, исходя из общих трудозатрат, определить трудозатраты по каждой операции. Имея данные о распределении общего объема трудозатрат по видам

работ, рассчитывается количество рабочих M_i каждой (i-ой) специальности по формуле

$$M_i = \frac{T_{Bi}}{\Phi_P}, \quad (10)$$

где T_{Bi} - годовая трудоемкость i-го вида работ, чел-ч.;

Φ_P - годовой фонд времени одного рабочего, час, определяется по формуле

$$\Phi_P = (365 - D_B - D_{II} - D_{OT} - D_{VII})t_{CM} - K_M,$$

где D_{OT} - число дней отпуска в году;

D_{VII} - число дней не выхода на работу по уважительным причинам (болезни, выполнение государственных обязанностей и др.), для мужчин $D_{VII} = 7$, для женщин – 30;

K_M - учет сокращения рабочего дня на один час перед выходными и праздничными днями, $K_M = D_B + D_{II}$.

При участии водителей и трактористов в ТО и Р численность состава ремонтно – обслуживающей бригады уменьшается.

Результаты расчетов трудозатрат по операциям и численности рабочих сводятся в таблицу.

ТО и Р парка машин и оборудования выполняется силами предприятия АПК, в структуру РОБ которого входят:

РММ (ремонтно – механические мастерские);

Гаражи;

ПТО (пункт технического обслуживания).

РММ предназначены для текущего ремонта машин, оборудования, узлов, агрегатов и капитального ремонта некоторых сложных агрегатов. При отсутствии ПТО в РММ организуется зона ТО машин.

Гаражи подразделяются на комплексные и некомплексные. При небольшом количестве автомобилей используются некомплексные гаражи, предназначенные для хранения, выполнения ЕО и ТР по устранению отказов первой категории сложности. ТО-1, ТО -2, СО выполняют на ПТО. При большом количестве машин организуется комплексный гараж.

ПТО предназначен для ТО и Р машин и оборудования.

Распределение объемов работ по ТО и Р между объектами структуры РОБ производится в зависимости от расположения подразделений предприятия АПК.

При проектировании принимается:

на обслуживание транспортно – технологических машин в ПТО относится 30% трудозатрат, в РММ - 70% работ по обслуживанию и ремонту машин и оборудования.

Во время текущего ремонта, выполняемого в РММ, фактически проводится определенная часть работ по ТО. При проектировании для распределения объемов работ по ТО ориентировочно можно принимать, что на долю РММ отводится до 10% работ по ТО-1, 15-20% То-2, 20-25% ТО-3 и СО.

Результаты расчетов также целесообразно привести в табличной форме.

Пример оформления таблицы.

Таблица 1.

Годовая программа трудозатрат на ТО и Р парка машин и оборудования

Марка; количес тво	Вид ТО или Р	Периодич ность	Количес тво ТО	Трудо затраты на программу	В том числе по местам работы					
					РММ		Гаражи		ПТО	
					%	Чел- час	%	Чел- час	%	Чел- час

При выполнении курсового проекта табл.1 заполняется на основании табл.2

Таблица 2

Распределение общей трудоёмкости по видам ТО и Р

Общая трудоёмкость	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТР	КР	Дополнительные работы
100%	14%	11%	5%	36%	28%	6%

По данным табл.1 определяются общие трудовые затраты, которые приходятся на долю каждого подразделения РОБ.

Кроме того суммарную трудоёмкость необходимо разбить по переделам работ для определения профессионального состава ремонтно-обслуживающего персонала (табл.3).

Таблица 3

Трудоёмкость работ

Наименование оборудования	Трудоёмкость по видам работ, %							
	Слесар- ных	Станоч- ных	Кузнеч- ные работы	Свароч- ных	Медниц- ко- жестяни- цких	Ремонт электроо- борудов- ания	Испытател ьно- регулиру- емые	Шино- ремонтн ые
Транспортно- технологические машины	50	14	5	6	4	9	6	6

Полученные таким образом результаты являются исходными данными для дальнейших расчетов по проектированию РОБ.

2.5 Расчет количество постов, линий ТО и Р, диагностирования.

Исходной величиной для расчета числа постов обслуживания и ремонта служат годовой объём работ по каждому виду технического воздействия.

Количество постов для проведения ТО-1 рассчитывается по формуле:

$$X_I = \frac{T_p \times \varphi}{D_{РГ} T_{СМ} C_{РП}}$$

где T_p – годовой объём работ i -го вида технических воздействий, чел. ч;

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

$D_{РГ}$ – число рабочих дней в году;

$T_{СМ}$ – продолжительность смены, ч;

C – число смен;

$R_{П}$ – среднее число рабочих на посту.

Коэффициент φ зависит от многих факторов, в том числе от числа машин на предприятии, интенсивности их эксплуатации, продолжительности работы постов и видов выполняемых на постах работ. $\varphi = 1,1 - 1,2$

Число рабочих на посту устанавливается в зависимости от типа транспортно-технологической машины, вида ТО.

Для расчёта числа постов ТО-2 и ТО-3 из-за большой их трудоёмкости, а также из-за возможного увеличения времени простоя машины на посту за счёт проведения дополнительных работ по устранению неисправностей применяются коэффициенты использования рабочего времени поста η . Для поста ТО-2 $\eta_2=0,9$; для поста ТО-3 $\eta_3=0,85$.

Поэтому число постов ТО-2 и ТО-3 можно рассчитать по следующим формулам:

$$X_2 = \frac{Tr \times \varphi}{D_{рГ} T_{сМ} C_{рП} \eta_2}; X_3 = \frac{Tr \times \varphi}{D_{рГ} T_{сМ} C_{рП} \eta_3}.$$

Число постов ТР и КР рассчитывается по следующим формулам:

$$X_{ТР} = \frac{Tr \times \varphi}{D_{рГ} T_{сМ} C_{рП} \eta_{ТР}}; X_{КР} = \frac{Tr \times \varphi}{D_{рГ} T_{сМ} C_{рП} \eta_{КР}}$$

Где T_r - годовой объём работ ТР и КР, чел.ч.;

$\eta_{ТР}$ - коэффициент использования рабочего времени поста ТР; $\eta_{ТР} = 0,8-0,9$

$\eta_{КР}$ - коэффициент использования рабочего времени поста КР; $\eta_{КР} = 0,75-0,85$

На основании расчётов, произведённых в п. 2.5 делается вывод о методе проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту на данном предприятии.

2.6 Подбор и расчет технологического оборудования.

Технологическое оборудование следует подбирать из условия обеспечения им всех технологических процессов и его производительности. Оборудование, как правило, подбирается по таблице технологического оборудования, каталогом прейскурантом и справочником зависимости от типажа и численности парка транспортно-технологических машин, количество работающих в наиболее многочисленной смене. Оборудование для зон ТО, диагностики и ТР необходимо выбирать исходя из специфики и числа постов этих участков.

Количество единиц оборудования определяется по трудоёмкости выполняемых на нем работ:

$$Q = \frac{T_0}{D_r T_{сМ} C_{рП} \eta_0}; Q = \frac{N_c}{T_c C_{рП} \eta_0}$$

Где T_0 - годовая трудоёмкость работ, выполняемых на данном оборудовании, чел.-ч.

D_r - число рабочих дней в году,

P_0 - количество одновременно работающих на этом оборудовании

N_c - суточная программа по данному оборудованию.

P_0 - часовая производительность оборудования

η_0 - коэффициент использования оборудования по времени 0,6-0,9.

Оборудование общего назначения (верстаки, инструментальные тележки, и пр.) рассчитываются по числу работающих.

Количество и типаж подъемно-транспортного оборудования (конвейеры, передвижные краны, тельферы, кран балки и др.) определяется по количеству

поточных линий уровню механизации подъемно транспортных операций в производственных зонах, отделениях и складских помещениях.

После определения количества оборудования необходимо выбрать их тип, модель и состав ведомость оборудования.

2.7 Определение площадей производственных и вспомогательных помещений.

Состав помещений. Площади РОБ по своему функциональному назначению подразделяются на три основные группы: производственно-складские, для хранения и вспомогательные.

В состав производственно-складских помещений входят зоны ТО и ТР, производственные участки ТР, склады, а также технические помещения энергетических и санитарно-технических служб и устройств. Для малых объектов РОБ при небольшой производственной программе некоторые участки с однородным характером работ, а также отдельные складские помещения могут быть объединены.

Расчет площадей зон ТО и ТР.

Площади зон ТО и ТР рассчитывают двумя способами:

1. По удельным площадям.
2. Графическим методом

Площадь зоны То или ТР:

$$F_3 = f_m X_3 K_n$$

где f_m — площадь, занимаемая машиной в плане (по габаритным размерам), m^2 ;

X_3 — число постов;

K_n - коэффициент плотности расстановки постов. $K_n = 4-7$

Расчет площадей производственных участков и постов.

Площади участков рассчитывают по площади, занимаемой оборудованием, и коэффициенту плотности его расстановки.

Площадь участка:

$$F_y = f_{об} K_n$$

где $f_{об}$ - суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования, m^2 ;

K_n - коэффициент плотности расстановки оборудования.

Для расчета F_y предварительно на основе Табеля и каталогов технологического оборудования составляется ведомость оборудования и определяется его суммарная площадь $f_{об}$ по участку.

В отдельных случаях, для приближенных расчетов, площади участков и постов могут быть определены по числу работающих на участке:

$$F_y = f_{уд} P$$

где, $f_{уд}$ — удельная площадь на одного работающего, m^2 $f_{уд} = 25m^2 / \text{чел.}$

P — число технологически необходимых рабочих.

Расчет площадей складских помещений.

Для определения площадей складов используется метод расчета по удельной площади складских помещений на 10 единиц парка транспортно технологических машин.

Площадь склада:

$$F_{ск} = 0,1 A_m f_y$$

где A_m - списочное число транспортно-технологических машин;
 f_y - удельная площадь склада на 10 единиц машин (приложение №.1), м².

3. Планировка предприятий технического сервиса.

3.1 Общие положения

Под планировкой ПТС понимается компоновка или взаимное расположение производственных, складских, вспомогательных и административно-бытовых помещений в плане здания или отдельно стоящих зданий предназначенных для обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин.. Удачная планировка ПТС при способствует повышению производительности труда на 10-15%.

В основе планировочного решения лежат функциональная схема производственного процесса, технологические маршруты и производственная программа по видам обслуживания диагностирования и ремонта.

При разработке планировочных решений ПТС следует учитывать следующие положения:

- соответствие планировке схеме технологического процесса и технологическому расчету;
- расположение в одном здании основных производственных зон, участков и постов, если позволяют условия планировки;
- безопасность производства и удобство выполнения работ;
- создания наилучших условий освещения, вентиляции и изоляции шумных процессов производства;
- простота маневрирования ТТМ в здании;
- наличие внутреннего сообщения между производственными зонами;
- возможность изменений технологически процессов и расширения производства без существенной реконструкции здания;
- возможность использования типовых постов и рабочих мест.

3.2 Строительные размеры зданий ПТС.

В современном промышленном строительстве одноэтажные производственные здания выполняются каркасными сеткой колон, имеющей шаг равный 6 или 12 м, пролеты с модулем 6, 12, 18, 24 м, и прямоугольную форму с высотой: 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 6,6; 7,2; 7,8; 8,4; 9,6; 10,8; 12 м. в зависимости от высоты ТТМ. Расстояние от верха автомобиля, находящегося на подъемнике, или от верха поднятого кузова должно быть не менее 0,2 м.

Одноэтажные здания, как правило, проектируются с пролетами одного направления» одинаковой ширины и высоты.

3.3 Производственные помещения

Планировка производственно-складских помещений зависит от состава помещений, технологии проведения работ, а также требований предъявляемых противопожарным и санитарно гигиеническим условиям отдельных зон и производственных участков.

Состав помещений зависит от производственной программы ПТС и определяется технологическим расчетом.

В помещениях сварочного, жестяницкого участков допускается размещение постов для выполнения соответствующих работ непосредственно на ТТМ. Для аккумуляторных работ должно быть не менее 2 помещений: одно для ремонта другое для зарядки аккумуляторов.

Геометрические размеры зон ТО и ТР определяться габаритными размерами транспортно-технологических машин расстояниями между ТТМ на постах, а также между ТТМ и элементами зданий или оборудованием.

В зонах ТО и ТР с постами тупикового типа в основном применяют однорядную расстановку ТТМ с независимым их выездом.

Поточные линии ТО обычно оборудуют прямоточными канавами на всю длину линии.

Бытовые помещения, обслуживающие не посредственно нужды производства, располагаются в зонах ТО и ТР. Расстояние от сан узла до наиболее удаленного рабочего места должно быть не более 75 м.

Примерный состав, объем и содержание курсового проекта.

1. Введение (1-2 страницы), где кратко излагаются основные задачи, стоящие перед службой технической эксплуатации, а также указываются вопросы, рассматриваемые в проекте.

2. Общая часть (3-5 страниц), дается описание общей структуры системы ТО и Р предприятия, основные характеристики для поддержания работоспособности и перечень выполняемых при этом работ.

3. Расчетная часть (10-15 страниц) выполняется аналогично технологической части дипломного проекта, но используются исходные данные для заданных условий.

№ варианта	Заданная суммарная трудоемкость ТО и Р чел.ч
1	До 3000
2	От 3000-5000
3	От 5000-7000
4	От 7000-10000
5	От 10000-12000
6	От 12000-15000
7	От 15000-20000
8	От 20000-30000
9	От 30000-40000
10	От 40000-50000
11	От 50000-60000
12	От 60000-70000
13	От 70000-80000
14	От 80000-90000
15	От 90000-100000
16	От 100000-120000

4. Заключение (2-3 страницы), разработать технологический процесс ТО и Р на спроектированном предприятии, применяя самые различные способы (последовательность операций, различное технологическое оборудование, обслуживающий персонал, нормы времени по всем видам обслуживаний). Разработать технологическую карту на ТО или Р какого либо узла или агрегата или всей машины в целом.

5. Графическая часть включает:

- производственного корпуса с размещением постов ТО, производственных участков и технологического оборудования, 1 лист, формат А1;

- технологическую карту на ТО или Р какого либо узла или агрегата или всей машины в целом.

Методика выполнения заключительной части.

Эта часть предназначена для описания технологического процесса ТО и Р на разработанном предприятии.

Описывается последовательность процесса технического обслуживания, перемещений по постам, основных выполняемых операций.

Делаются выводы об уровне организации системы ТО и Р, перспективы ее совершенствования.

Приложения

Таблица № 1

Складские помещения	Удельные площади на 10
---------------------	------------------------

	ед. ТТМ м ² .
Запасные части, детали эксплуатационные материалы	4,0
Двигатели, агрегаты и узлы	2,5
Смазочные материалы	1,6
Лакокрасочные материалы	0,5
Инструменты	0,15
Кислород и ацетилен в баллонах	0,15
Металл	0,25
Автомобильные шины	2,4

Таблица 2

Периодичность плановых ТО

Группа машин	Периодичность обслуживания, мото-ч				
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТР	КР
Тракторы и самоходные шасси	125	500	1000	2000	5700
Технологические машины и оборудование (зерно-, кормоуборочные комбайны)	60	240			1350

Таблица 3

Периодичность ТО и Р тракторов в л изр. топлива и у. эт. га

№ п/п	Трактор, самоходное шасси	ТО-1		ТО-2		ТО-3		ТР		КР	
		Литр	Усл. эт. га	Литр	Усл. эт. га	Литр	Усл. эт. га	Литр	Усл. эт. га	Литр	Усл. эт. га
1	Т-25А1, Т-25А3, Т-16М	500	50	2000	200	4000	400	8000	800	23040	2300
2	ЛТЗ-144	820	80	3300	320	6600	640	13200	1280	38020	3690
3	ЮМЗ-6АЛ, ЮМЗ-6АМ	1080	80	4320	320	8640	640	17280	1280	49770	3690
4	МТЗ-80, МТЗ-82	1050	100	4200	400	8400	800	16800	1600	48380	4610
5	ДТ-75 МВ, ДТ-75 МЛ	1460	160	5840	640	11680	1280	23360	2560	67280	7370
6	Т-4А, Т-170	2100	200	8400	800	16800	1600	33600	3200	96770	9220
7	Т-150 К, Т-150, ВТ-100	2500	240	10000	960	20000	1920	40000	3840	115200	11060
8	К-700 А	4000	300	16000	1200	32000	2400	64000	4800	184320	13820
9	К-701 М,Р	4400	400	17600	1600	35200	3200	70400	6400	202750	18430

Таблица 4

Периодичность ТО и Р технологических машин и оборудования

Вид ТО	Единица измерения	Модель технологической машины
--------	-------------------	-------------------------------

и Р	наработки	«Нива»	«Енисей»	«Дон-1500»	КСК-100
ТО-1	Физические га Л. изр. топлива	90 1020	90 1025	160 2200	180 2200
ТО-2	Физические га Л. изр. топлива	380 4080	380 4100	640 8800	720 8800
КР	Физические га Л. изр. топлива	1000 10740	1100 11870	1200 16500	1350 16500

Таблица 5

Периодичность ТО и Р автомобилей

Тип подвижного состава	Периодичность обслуживания, км пробега			
	ТО-1	ТО-2	ТР	КР
Легковые автомобили	3000	12000	48000	240000
Грузовые автомобили	4000	16000	64000	320000
Автобусы	3500	14000	56000	280000

Таблица 6

Трудоемкость технического обслуживания тракторов, чел-ч.

Марка трактора	Трудоемкость одного технического обслуживания и ремонта, чел-ч.				
	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ТР	КР
Т-25А1, Т-25А3, Т-16М	1,1	4	10	93	160
ЛТЗ-144	1,9	8,5	18,5	121	203
ЮМЗ-6АЛ, ЮМЗ-6АМ, МТЗ-80, МТЗ-82	2,2	9,5	22,5	144	239
ДТ-75 МВ, ДТ-75 МЛ	2,5	10,2	26	128	299
Т-4А, Т-170	3,4	14	28	335	461
Т-150 К, Т-150, ВТ-100	4,5	13,7	33	277	478
К-700 А, К-701 М,Р	3,6	12,5	31,5	340	562

Таблица 7

Трудоемкость

Т О и Р зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов

Марка трактора	Трудоемкость одного технического обслуживания и ремонта, чел-ч.		
	ТО-1	ТО-2	КР
Дон 1500 Б	5,6	7,4	60
СК-5М «Нива»	5,1	6,6	46
Енисей 954	5,2	6,6	60
Дон 680	4,3	7,4	62
«Полесье»	3,4	5,8	64
Марал Е125	3,6	7,2	53
КСК -100А	2,7	7,2	64

Таблица 10

Трудоемкость технического обслуживания и ремонта автомобиля

Наименование и марка автомобиля	Трудоемкость одного технического обслуживания и ремонта, чел-ч.			
	ТО-1	ТО-2	ТР	КР
Автомобили семейства ВАЗ	2,3	8,8	34,9	204
Легковые автомобили семейства ГАЗ	2,6	9,2	36,5	214
УАЗ-3303	1,8	7,2	28,5	167
ГАЗ-3307	3,6	14,4	57,1	334
ЗИЛ-431410	3,6	14,4	64,7	349
Камаз- 5320	5,7	21,6	85,7	502
Автобусы: ЛИАЗ, ЛАЗ	6,4	25,9	103	602
ПАЗ	5,5	18	71,4	418

Таблица 11

Распределение трудоемкости ТО и Р по видам работ (%)

Вид работы	ЕО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СО	ТР
1	2	3	4	5	6	7

Уборочно – моечные	1)	16,6	20	14,8	6,2	-	2
	2)	13,6	29,9	22,2	11,6	6	0,5
	3)	13,8	14,9	5,4		2,9	0,5
Заправочные	1)	16	4,6	4	1,2	-	1,7
	2)	69,3	19,8	11,3	5,2	2,2	1,3
	3)	65,5	10	2		5	0,1
Крепежные	1)	5,1	27,7	21,5	15,2	-	5,7
	2)	15,2	14,3	16,6	10,6	-	2
	3)	-	15,1	8		1	4,2
Контрольно– регулирующие диагностические	и						
	1)	5,5	10	11,9	16,6	12,5	0,9
	2)	1,9	1,4	14,8	43,6	38,6	2
Смазочные	3)	20,7	24,8	33		10,4	2,5
	1)	5,1	25,1	23	7,8	70	0,6
	2)	-	2,3	16,8	14,7	24,7	0,4
Очистные	3)	-	10,5	30,3		30,1	-
	1)	-	6,4	12,6	40,1	14,3	1,8
	2)	-	18,9	10,1	10,1	2	0,3
Разборочно–сборочные	3)	-	14	7		18	0,2
	1)	-	-	-	-	-	32
	2)	-	-	-	-	-	40
Ремонт узлов и агрегатов	3)	-	-	-	-	4	33,8
	1)	-	-	-	-	-	19
	2)	-	-	-	-	-	28
Слесарно – механические	3)	-	-	-	-	-	22,7
	1)	-	-	-	-	-	9,1
	2)	-	-	-	-	-	3
ТО и ТР электро оборудования	3)	-	-	-	-	-	14
	1)	-	1	2	2	-	2,4
	2)	-	0,8	2,4	0,9	0,5	1
ТО и ТР аккумуля ляторов	3)	-	2,7	5,4		5,9	3
	1)	2,2	2,5	2,5	2,5	3,2	0,2
	2)	-	10,2	2,7	1,8	26	1
ТО и ТР системы питания	3)	-	3	2		1	1
	1)	-	1,4	4,6	4,6	-	0,7
	2)	-	1,3	2,6	0,8	-	1,5
То и ТР гидро оборудования	3)	-	2	2,9		20	3,3
	1)	-	1,3	3,1	3,8	-	15,1
	2)	-	1,1	0,5	0,7	-	11
Сварочные	3)	-	3	4		1,7	1
	1)	-	-	-	-	-	6,9
	2)	-	-	-	-	-	3
	3)	-	-	-	-	-	6,3

Продолжение таблицы 11.

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Кузнечно – рессорные	1)	-	-	-	-	-	0,9
	2)	-	-	-	-	-	0,5
	3)	-	-	-	-	-	1,2
Медницко – жестяницкие	1)	-	-	-	-	-	0,5
	2)	-	-	-	-	-	3
	3)	-	-	-	-	-	2,5
Арматурно – кузовые	1)	-	-	-	-	-	0,4
	2)	-	-	-	-	-	1
	3)	-	-	-	-	-	1
Малярные	1)	-	-	-	-	-	0,1
	2)	-	-	-	-	-	0,5
	3)	-	-	-	-	-	1

Таблица 12

Коэффициент плотности размещения оборудования и удельные площади
отделений на одного рабочего

Отделение	$K_{пл}$	f_1 / f_2
Зоны ТО и ТР	4,5	-
Слесарно – механическое	3,5	8/5...12/10*
Кузнечно – рессорное	5,0	20/15
Медницкое	3,5	10/8
Жестяницкое	4,5	12/10
Сварочное	4,5	15/10
Обойное	3,5	15/10
Арматурное	4,5	8/5
Электротехническое	3,5	10/5
Малярное	4,0	30**/15
Шиноремонтное, шиномонтажное	4,0	15/10
Аккумуляторное	3,5	15/10
Карбюраторное	3,5	8/5
Агрегатное	4,0	15/12
Кладовая	2-2,5	
Механизированное маслохозяйство	2,5	-

* - в числителе указана площадь на первого рабочего, в знаменателе – на каждого последующего;

** - с учетом ввода автомобиля в отделение.

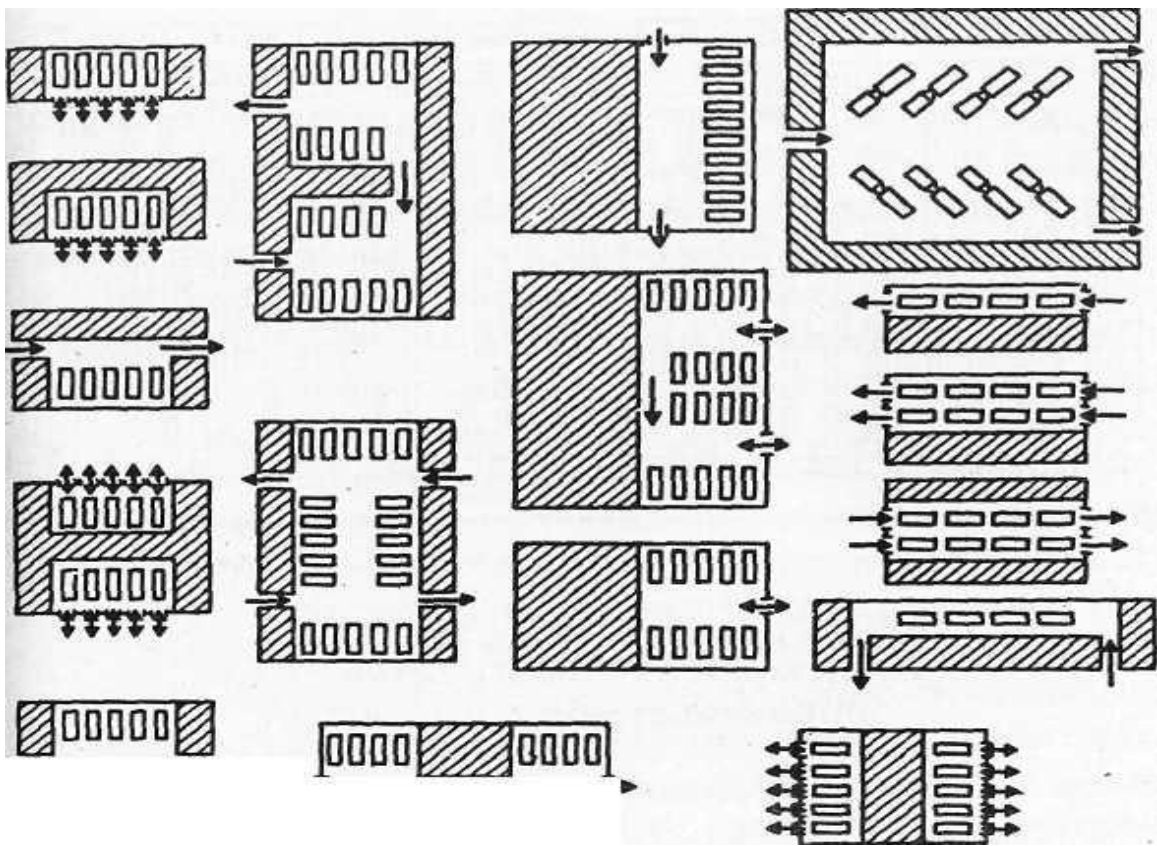


Таблица 13

**Примерные показатели структуры и планировки предприятия
технического сервиса**

Показатели	Значение показателя	Примечание
<i>Основные технико-экономические показатели</i>		
Коэффициент застройки участка	0,15...0,25	—
Коэффициент использования площади участка	0,45...0,55	—
<i>Относительные показатели на одну списочную машину</i>		
Необходимая площадь участка, м ²	60... 80	До 120, если большая часть машин в нерабочее время
Площадь основного производственного корпуса, м ²	8...12	—
В том числе зон обслуживания, м ² : для технологических машин, для автомобилей	1...2 5...6	—
Средний годовой объем работ, чел.ч	600...900	До 1200 для баз подъемно-транспортных машин
В том числе по техническому обслуживанию машин, чел. ч	200...350	До 500...600 для баз подъемно-транспортных машин

Из них выполняемых непосредственно на базе, чел. ч	60...150	До 300...500 для баз подъемно-транспортных машин
Число единиц технологического оборудования	0,18...0,22	70...90 % единиц оборудования устанавливается на базе, остальное в летучках
В том числе оборудование:		
металлорежущее	0,04...0,08	
кузнечно-прессовое	0,02...0,03	
сварочное и наплавочное	0,01...0,03	
подъемно-транспортное	0,05...0,07	
печи термические и нагревательные стенды	0,006...0,012	
	0,05...0,08	

Таблица 14

Коэффициенты перевода физических тракторов в эталонные

Марка трактора	Коэффициент перевода физических тракторов в эталонные
К-700А	2,2
К-701, К-744	2,7
Т-130, Т-170	1,76
Т-150, ВТ-100, ВТ-150, Т-150К, ХТЗ-1721	1,65
Т-4А	1,45
ДТ-75М	1,1
Т-70С	0,9
МТЗ-82	0,75
МТЗ-80	0,73
ЮМЗ-6Л	0,6
ЛТЗ-55	0,54
Т-25А	0,3
Т-16М	0,22

Литература

1. Бабич, А. Г. Системы, технологии и организация услуг на предприятиях автосервиса : учебное пособие (практикум) / А. Г. Бабич, В. С. Мякишев. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2019. — 112 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99464.html>
2. Балдин, В. А. Детали машин и основы конструирования. Передачи : учебник для вузов / В. А. Балдин, В. В. Галевко ; под редакцией В. В. Галевко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06285-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473088>
3. Ванцов, В. И. Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебное пособие / В. И. Ванцов, И. И. Кашеев ; составители И. И. Кашеев-И. И., В. И. Ванцов. — Рязань : РГАТУ, 2019. — 229 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137461>
4. Вильке, В. Г. Теоретическая механика : учебник и практикум для вузов / В. Г. Вильке. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03481-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469608>
5. Воронов, Е. А. Механизм управления предприятиями при организации сервисного обслуживания транспортных машин : монография / Е. А. Воронов. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 133 с. — ISBN 978-5-8149-2553-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78501.html>
6. Калекин, В. С. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие для вузов / В. С. Калекин, С. Н. Михайлец. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11738-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476132>
7. Колчина, Л. М. Технологии и оборудование для производства картофеля / Л. М. Колчина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 163 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11463-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476026>
8. Левчук, С. В. Введение в проектную деятельность : учебно-методическое пособие / С. В. Левчук. — Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-00078-340-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177099>
9. Меликов, И. М. Автоматизированное проектирование на транспорте : учебное пособие / И. М. Меликов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116314>
10. Методы и технические средства диагностирования сельскохозяйственной техники : 2019-08-27 / составитель М. И. Романченко. — Белгород : БелГАУ им.В.Я.Горина, 2017. — 52 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123420>
11. Основы информационных технологий: учебное пособие / С. В. Назаров, С. Н. Белоусова, И. А. Бессонова [и др.]. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-

Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 530 с. — ISBN 978-5-4497-0339-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89454.html>

12. Основы функционирования систем сервиса : учебник для вузов / М. Е. Ставровский [и др.] ; под редакцией М. Е. Ставровского. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13009-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/476888>

13. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса. Практикум : учебное пособие / Е. В. Дуганова, С. Н. Глаголев, И. А. Новиков, А. Н. Новиков. — Белгород, Орел : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 133 с. — ISBN 978-5-361-00159-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89848.html>

14. Сапунов, С. В. Материаловедение : учебное пособие / С. В. Сапунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1793-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168740>

15. Сафиуллин, Р. Н. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин: учебник / Р. Н. Сафиуллин, М. А. Керимов, Д. Х. Валеев. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 484 с. — ISBN 978-5-8114-3671-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113915>

16. Сафиуллин, Р. Н. Системы автоматизации контроля движения на автомобильном транспорте: монография / Р. Н. Сафиуллин, В. В. Резниченко, А. Ф. Калюжный; под редакцией Р. Н. Сафиуллина. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 516 с. — ISBN 978-5-8114-3655-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125711>

17. Сафиуллин, Р.Н. Электротехника и электрооборудование транспортных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Н. Сафиуллин, В.В. Резниченко, М.А. Керимов; Под ред. Р.Н. Сафиуллина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111894>

18. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. учебник и практикум для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 325 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03645-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470350>

19. Скорняков, В. А. Общая электротехника и электроника : учебник для вузов / В. А. Скорняков, В. Я. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-7262-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156932>

20. Современные технологии эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин : учебное пособие / Е. Г. Ишкина, С. В. Елесин, Г. В. Штайн [и др.]. — Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-9961-2091-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101451.html>

21. Соколов, В. Д. Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортно-технологических машин и оборудования : методические указания / В. Д. Соколов, Ю. К. Мелентьев. — Самара : Сам-ГАУ, 2019. — 35 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123579>
22. Сопротивление материалов : учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-4740-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131018>
23. Терюшков, В. П. Основы работоспособности технических систем автомобильной отрасли : учебное пособие / В. П. Терюшков, К. З. Кухмазов, А. В. Чупшев. — Пенза : ПГАУ, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142028>
24. Технологическое оборудование и производственно-техническая инфраструктура предприятий: практикум [Электронный ресурс] / Сазонов Д.С., Ерзамаев М.П., Янзин В.М., Кузнецов С.А. — Самара : РИЦ СГСХА, 2017. — 116 с. — ISBN 978-5-88575-455-2. — Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/603112>
25. Харламов, Ю.А. Основы триботехники : учебник / Д.А. Вишневский, А.П. Жильцов; Ю.А. Харламов. — Липецк : Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2018. — 356 с. — ISBN 978-5-88247-880-2. — URL: <https://lib.rucont.ru/efd/695258>
26. Хохлов, П. И. Надежность и ремонт машин. Технологические процессы восстановления изношенных деталей и соединений. Восстановление деталей сельскохозяйственной техники, изготовленных из сплавов алю-миния, электродуговой сваркой : методические указания / П. И. Хохлов, П. А. Ильин. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2020. — 18 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162625>
27. Чмиль, В. П. Гидропневмоавтоматика транспортно-технологических машин : учебное пособие / В. П. Чмиль. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2042-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169057>
28. Чусовитин, Н. А. Теория механизмов и машин : учебное пособие для вузов / Н. А. Чусовитин, В. П. Гилета, Ю. В. Ванаг. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11972-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472066>
29. Шилов, И. А. Экология : учебник для вузов / И. А. Шилов. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 539 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09080-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468567>
30. Шиловский, В.Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Шиловский, А.В. Питухин, В.М. Костюкевич. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111896>

