

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Астраханский государственный технический университет

Кафедра: «Общеинженерные дисциплины и наземный транспорт»

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине
«Электрооборудование и электронные системы автомобилей» для студентов
направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и
комплексов, профиль подготовки "Автомобильный сервис"

Астрахань
2023

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Электрооборудование и электронные системы автомобилей» для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль подготовки "Автомобильный сервис", – Астрахань, 2023 – 20 с.

Разработчики: ст. пр. Гужвенко И.Н.

Рецензент: _____

Методические указания рассмотрены и приняты на заседании кафедры ОТНД № _____ от " ____ " _____ 20__ г.
Протокол заседания кафедры № _____

Содержание:

Практическое занятие № 1. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт аккумуляторных батарей и генераторных установок (2 часа).....	4
Практическое занятие № 2. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт стартеров (1 час).....	7
Практическое занятие № 3. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт систем зажигания (1 час).....	9
Практическое занятие № 4. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт вспомогательного электрооборудования, приборов и устройств, коммутационной и защитной аппаратуры (1 час).....	13
Практическое занятие № 5. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт систем освещения и сигнализации (1 час).....	15
Практическое занятие № 6. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт электрических усилителей рулевого управления и систем электронного впрыска топлива (2 часа).....	17
Список основных литературных источников.....	20

Практическое занятие № 1. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт аккумуляторных батарей и генераторных установок (2 часа)

Система электроснабжения предназначена для питания электрической энергией потребителей. Основным источником питания служит *генератор*, который обеспечивает питание при работающем двигателе. Другим источником является *аккумуляторная батарея*, которая обеспечивает работу потребителей при неработающем двигателе, а также при его пуске. *Регулятор* поддерживает заданное напряжение в сети при работе генератора, а также совместную работу последнего с аккумуляторной батареей.

Неисправности генераторных установок наиболее часто обусловлены следующими механическими повреждениями: поломки ушек, трещины в крышках, износ и коробление шкивов, износ подшипников. Недостаточное натяжение ремня вызывает нарушение электроснабжения и быстрое истирание ремня.

Электрические неисправности во многом определяются качеством технического обслуживания. Все же возможны следующие неисправности: нарушение контакта между щетками и кольцами, замыкание обмоток на корпус, межвитковые замыкания, обрывы обмоток, пробитие и обрывы диодов выпрямительного блока, пробой или обрыв интегральных регуляторов напряжения. Все эти неисправности выявляют и устраняют на специальных стендах.

Техническое обслуживание генераторных установок. Первоначально их проверяют на новом автомобиле, а затем при ТО-2.

При ТО очищают генератор от пыли и грязи, проверяют жесткость крепления генератора к двигателю, крепление наконечников проводов, натяжение ремня привода. Нормальное натяжение ремня определяется прогибом его длинной ветви между шкивами при нажатии на него с усилием 30...40 Н. Прогиб должен быть 10...12 мм.

При выполнении работ технического обслуживания и ремонта запрещается: пуск и работа двигателя при отсоединенном выводе «+» генератора, включение аккумулятора обратной полярностью, работа генератора при отключенной аккумуляторной батарее, проверка генератора «на искру» соединением проводов «+», «30», В, Б на корпус или между собой. Все это приводит к пробоем диодов выпрямительного блока.

Через 50...60 тыс. км снимают генератор с автомобиля и проверяют работоспособность щеточного узла, промывают контактные кольца, проверяют действие регуляторов напряжения.

Для проверки 14-вольтовых интегральных регуляторов напряжения применяют схему подключения контрольной лампы к контактам «В» и «Ш» регулятора. Сначала подают напряжение 12 В. Контрольная лампа должна гореть. Потом подают напряжение 15...16 В, при котором лампа должна погаснуть. Если не выполняется одно из условий, регулятор неисправен.

Неисправности аккумуляторных батарей. К основным неисправностям относят повышенный саморазряд, короткое замыкание, коробление, разрушение и сульфатацию пластин, повреждения моноблока. Все эти неисправности в основном могут быть исключены или уменьшены при тщательном периодическом техническом обслуживании.

Техническое обслуживание для аккумуляторных батарей проводят через 10...15 дней, или 3000...5000 км пробега. Оно включает следующие операции: проверку уровня электролита, измерение его плотности, проверку напряжения нагрузочной вилкой.

Уровень электролита проверяют с помощью стеклянной трубки диаметром 5...6 мм. Для этого трубку опускают через горловину крышки каждого аккумулятора до упора в предохранительную сетку, затем закрывают большим пальцем свободный конец трубки. Вынув трубку, определяют столб жидкости в ней. Уровень должен быть 10...15 мм. При меньшем уровне доливают в отсек аккумулятора дистиллированную воду.

Плотность электролита измеряют денсиметром. Температура электролита должна быть 20...30°C. При меньшей температуре надо пересчитать плотность с учетом поправки приведения к плотности при 25 °C. Ориентировочно изменение температуры на 15 °C соответствует изменению плотности на 0,01 г/см³. Если плотность электролита в отдельных банках отличается более чем на 0,01 г/см³, ее следует выровнять, доливая электролит плотностью 1,4 г/см³ или дистиллированную воду. Доливать этот электролит нужно в полностью заряженную батарею. После проверки батарею подвергают непродолжительному заряду (на двигателе) и дают ей постоять 1...2 ч, чтобы плотность во всех аккумуляторах выровнялась.

Контрольные вопросы и задания

1. На каких режимах работы автомобиля электроснабжение потребителей обеспечивает генератор? 2. Из каких приборов и машин состоит генераторная установка? 3. Перечислите преимущества генераторов переменного тока. 4. Какой прибор обеспечивает защиту аккумуляторной батареи от разряда при неработающих двигателе и генераторе? 5. Какие причины влияют на выходное напряжение генератора? 6. В чем состоит принцип регулирования напряжения, создаваемого генератором? 7. Перечислите составные части генератора. 8. Что является основным чувствительным элементом транзисторного регулятора напряжения? 9. Перечислите операции ТО-2 генераторной установки. 10. Почему в качестве стартерных применяют в основном кислотно-свинцовые аккумуляторные батареи? 11. Какие показатели характеризуют аккумуляторную батарею? 12. Что такое емкость батареи? 13. Расшифруйте маркировку батареи. 14. Какое предельное напряжение разряда можно допускать в процессе эксплуатации? 15. Перечислите правила технического обслуживания аккумуляторных батарей.

Практическое занятие № 2. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт стартеров (1 час)

Система пуска представляет собой комплекс устройств, предназначенных для принудительного вращения коленчатого вала при пуске двигателя.

Требования к системе пуска: обеспечение пусковой частоты вращения при различных условиях эксплуатации автомобиля, высокая надежность, малые габаритные размеры и удельная масса, возможность автоматизации процесса пуска.

При пуске двигателя пусковое устройство (стартер) должно обеспечить заданную (пусковую) частоту вращения. Это необходимо для создания в камере сгорания в конце такта сжатия достаточного давления и требуемой температуры смеси (в дизеле — воздуха). Только в этом случае смесь может воспламениться и образовать надежный фронт распространения пламени по всей камере сгорания. Для карбюраторных двигателей пусковая частота вращения составляет $40...80 \text{ мин}^{-1}$, для дизелей — $150...300 \text{ мин}^{-1}$.

Большая частота вращения для дизелей обусловлена тем, что для воспламенения топлива, впрыскиваемого форсункой, нужна более высокая температура, чем в карбюраторных двигателях.

Стартеры обладают достаточно высокой эксплуатационной надежностью. Несмотря на это, в системе пуска могут возникать следующие неисправности:

стартер не включается (*нет щелчка срабатывания реле*) — разряжена аккумуляторная батарея или нарушена электрическая цепь из-за отсутствия контакта в клеммах аккумулятора, замке зажигания, тяговом и дополнительном реле, силовой цепи стартера и месте подсоединения массового провода к корпусу двигателя; стартер включается, но коленчатый вал вращается очень медленно или вообще не вращается — разряжена батарея, плохой контакт в силовой цепи, неисправен стартер; металлический

скрежет при включении стартера — неправильно отрегулировано перемещение шестерни стартера, наличие забоин на шестерне; стартер вращается, но коленчатый вал не вращается — неисправен привод шестерни стартера.

Техническое обслуживание системы пуска проводят при ТО-2, проверяя контакт во всех соединениях (крепление наконечников проводов). Через 40 тыс. км проверяют стартер на стенде: состояние щеток и коллектора, осевой зазор в подшипниках якоря, работу механизма привода, проводят контрольное испытание. При испытании замеряют частоту вращения якоря и ток на режиме холостого хода, а также тормозной момент и ток нагрузки при полном торможении стартера.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое пусковая частота вращения?
2. От чего зависит момент сопротивления прокручивания коленчатого вала при пуске?
3. Из каких элементов состоит система пуска?
4. Для чего предназначен механизм привода шестерни стартера?
5. Как зависят характеристики стартера от характеристик аккумуляторной батареи?
6. Каково назначение тягового реле?
7. Как определить неисправный контакт в цепи питания стартера?

Практическое занятие № 3. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт систем зажигания (1 час)

Система зажигания предназначена для принудительного воспламенения рабочей смеси в камере сгорания бензиновых двигателей точно в заданный момент времени. Для выполнения этого должны быть созданы импульсы высокого напряжения требуемой мощности, обеспечено надежное зажигание рабочей смеси в определенный момент рабочего цикла двигателя, распределены импульсы высокого напряжения по цилиндрам в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

К системе зажигания предъявляют следующие жесткие требования: работа в любых климатических условиях эксплуатации при вибрации, воздействии пыли, влаги и других факторов; надежное искрообразование на любых режимах работы двигателя; достаточная энергия и продолжительность искры; строго определенный момент зажигания в соответствии с нагрузочным и скоростным режимами работы двигателя; допустимая эрозия электродов свечи.

Возможные неисправности приборов. Любое загрязнение (пылью, маслом и т. п.) приборов и соединяющих их проводов приводит к утечкам тока и нарушению работы системы зажигания. Свеча обеспечивает нормальное искрообразование, если она не мокрая (электроды не покрыты пленкой жидкости), ободок резьбовой части не покрыт нагаром (слоем копоти), цвет электродов и изолятора от светло-коричневого до светло-серого (а не темно-коричневого с пятнами).

Иногда нарушается герметичность изолятора с электродом или корпусом и происходит оплавление электродов, изолятора.

О богатой смеси или большом зазоре между электродами свидетельствуют черные закопченные электроды и изолятор; бедной смеси, плохо отрегулированных клапанах, плохо затянутых свечах и применении низкооктанового бензина — серый цвет электродов и следы

оплавления их; об износе поршневых колец и неработающей свече — наличие масла на электродах и изоляторе. В высоковольтных проводах могут быть трещины. Возможны их загрязнение и замасливание. В катушках зажигания могут перегореть обмотки, дополнительный резистор, нарушиться герметичность.

В прерывателях-распределителях могут подгорать контакты прерывателя, измениться зазор между ними, что приводит к уменьшению угла замкнутого состояния контактов и увеличению сопротивления в первичной цепи. Возможны обрыв первичной цепи, пробой и обрыв конденсатора. Износ и биение вала, подшипника подвижного диска, нарушение целостности диафрагмы и трубки, соединяющей распределитель с карбюратором (впускным коллектором), приводят к изменению угла опережения зажигания. В распределителе возможны появление трещин в крышке, подгорание контактов в крышке и роторе, перегорание добавочного резистора, окисление гнезда и наконечников высоковольтных проводов, износ или выпадение уголька центрального контакта.

Принципы нахождения неисправностей. Из-за неисправностей в системе зажигания двигатель не может работать, т. е. он не пускается. Для нахождения неисправностей чаще всего используют метод последовательного поиска. Сначала проверяют «на искру» исправность первичной цепи и катушки зажигания. Для этого вынимают центральный провод из крышки распределителя и устанавливают наконечник провода на расстоянии 5...7 мм от «массы» — любой металлической детали двигателя. При включенном зажигании, сняв крышку распределителя и вручную размыкая и замыкая контакты прерывателя, оценивают качество искры (или ее отсутствие). При этом кулачок не должен находиться в положении, когда контакты разомкнуты.

Если на центральном проводе есть искра, то первичная цепь и катушка работают. После этого проверяют «на искру» свечи. Если нет искры на всех свечах, то неисправен ротор. Если нет искры на одной или двух свечах,

возможно нарушение целостности крышки распределителя или неисправны свечи.

Если на центральном проводе нет искры, то последовательно проверяют первичную цепь: клеммы катушки зажигания, контакты прерывателя, замок зажигания, аккумуляторную батарею. Для этого можно использовать контрольную лампу и работать при напряжении 12 В.

Снижение мощности двигателя может быть из-за работы его с перебоями (двигатель «троит»), или неправильной установки, или нарушения угла опережения зажигания, что может быть вызвано ошибкой при его установке либо нарушениями в работе автоматов прерывателя-распределителя. Если двигатель «троит», то возможны неисправности свечей, трещины в крышке. Если приборы системы исправны, то необходимо проверить и установить все зазоры, а также угол опережения зажигания.

Техническое обслуживание. При **ЕТО** проверяют работоспособность замка зажигания, надежность электрических контактов, крепление приборов. При **ТО-1** дополнительно очищают все приборы, провода от пыли и грязи, проверяют наличие трещин в крышке распределителя, высоковольтных проводах и изоляторах свечей. При **ТО-2** с помощью переносных приборов (тестеров) диагностируют приборы системы зажигания (прерыватель-распределитель, катушку зажигания, свечи), проверяют угол опережения зажигания при движении автомобиля. Проверяют и регулируют зазор между контактами прерывателя. Смазывают подшипник пластины распределителя. При каждом четвертом **ТО-2** снимают эти приборы с двигателя и проверяют их на специальных стендах.

Контрольные вопросы и задания

1. Какая энергия искры должна быть на различных режимах работы двигателя? 2. Назовите элементы классической системы зажигания. Для чего они предназначены? 3. Какое устройство обеспечивает создание в катушке зажигания импульса высокого напряжения — до 18...25 кВ? 4. Какой зазор

должен быть между контактами прерывателя, электродами свечи? 5. Почему при раннем и позднем зажигании мощность двигателя падает? 6. Перечислите порядок установки угла опережения зажигания на двигателе. 7. Для увеличения угла опережения зажигания центробежный регулятор поворачивает кулачок, а вакуум-регулятор поворачивает подвижный диск по ходу или против хода вращения валика распределителя? 8. Перечислите преимущества и недостатки классической (контактной) системы зажигания. 9. Для чего предназначены коммутатор и контроллер? 10. Как обеспечивается электронное распределение импульсов высокого напряжения по свечам зажигания?

**Практическое занятие № 4. Принцип работы, устройство,
неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт
вспомогательного электрооборудования, приборов и устройств,
коммутационной и защитной аппаратуры (1 час)**

Контрольно-измерительные приборы дают водителю информацию о скорости движения, пройденном пути, частоте вращения коленчатого вала, температуре охлаждающей жидкости, давлении

масла двигателя, количестве топлива в баке.

Бортовая система контроля информирует (предупреждает) водителя о техническом состоянии агрегатов и механизмов автомобиля, для которых необходимо техническое обслуживание. Это уровень эксплуатационных жидкостей, состояние тормозных накладок, фильтров, перегорание ламп и иная аналогичная информация. Такую систему уже устанавливают на современные отечественные автомобили.

Система встроенных датчиков позволяет накапливать информацию о техническом состоянии автомобиля с последующим выводом информации при техническом обслуживании через диагностический разъем.

Навигационные системы, включающие маршрутный компьютер, позволяют получить информацию о месте положения автомобиля, кратчайшем или наиболее экономичном пути движения, погодных условиях и т. д.

Контрольно-измерительные приборы практически не нуждаются в техническом обслуживании. Только в спидометрах с приводом через гибкий вал через 50...60 тыс. км пробега необходимо заменять смазку тросика. Для этого его вынимают, промывают в керосине и наносят слой смазки ЦИАТИМ-201 или ЛЗ-158.

При нарушениях в показаниях приборов прежде всего нужно определить что неисправно — датчик или указатель. Если есть отказ группы приборов — наиболее вероятно срабатывание предохранителя. Последовательно отключая приборы или подключая контрольную лампу,

находят неисправный прибор. Сгоревший предохранитель находят с помощью контрольной лампы, подключая ее к выводам предохранителя. В случае его перегорания лампа горит полным накалом.

Неисправный прибор при отключении питания обычно не меняет показаний (не возвращается в исходное положение). Для проверки датчика подсоединяют вольтметр между подводящим проводом и корпусом. Отсутствие показаний вольтметра указывает на обрыв провода.

Контрольные вопросы и задания

1. Из каких частей состоит контрольно-измерительный прибор? 2. Что входит в состав информационно-диагностической системы? 3. По каким приборам контролируют работу системы электроснабжения? 4. В чем заключается принцип работы магнитоэлектрической системы приборов? 5. Какими приборами измеряют скорость движения и частоту вращения? 6. Что такое бортовая система контроля и система встроенных датчиков? 7. Как обнаружить неисправные датчик и указатель?

Практическое занятие № 5. Принцип работы, устройство, неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт систем освещения и сигнализации (1 час)

Назначение системы освещения и сигнализации — обеспечить требуемую освещенность дороги в любое время суток, подачу четких сигналов о маневрах автомобиля. Нормы на светотехнические характеристики приборов системы освещения и сигнализации полностью определяются требованиями безопасности движения.

Все световые приборы преобразуют электрическую энергию в лучистую. В светотехнике используют понятие «лучистый поток», который характеризует энергию излучения в единицу времени — мощность лучистой энергии.

Отказ приборов в системе может быть вызван перегоранием нитей ламп, нарушением контакта в патроне лампы и соединительных проводах, перегоранием предохранителя, неисправностями коммутационной аппаратуры. Поиск места нарушения контакта проводят контрольной лампой при подключении ее проводов к входу в прибор и выходу из него. Срабатывание и перегорание предохранителя сигнализирует о возможном коротком замыкании в цепи, место которого определяют, последовательно выключая из цепи приборы и коммутационные устройства.

При ЕТО очищают рассеиватели и проверяют работоспособность каждого прибора. Стекла рассеивателей лучше промывать щеткой во время мойки машины, а не протирать их сухой тряпкой, так как попадание песчинок в протирочный материал приводит к образованию царапин и помутнению стекла.

При ТО-1 проверяют правильность установки фар, силу света фар и светосигнальных огней, состояние ламп, проводов, контактов и элементов крепления. Фары регулируют с помощью специальной аппаратуры или специального экрана.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие требования предъявляют к системе освещения? 2. Какие требования предъявляют к приборам системы сигнализации? 3. Чем различаются системы ближнего и дальнего света? 4. Как производится фокусировка светового пучка фар? 5. Чем в конструкции фары обеспечивается ломаная линия светотеневого раздела при ближнем свете? 6. Чем различаются обычные и галогенные лампы? 7. Каков порядок настройки головного освещения? 8. Как определить место неисправности в цепи освещения и сигнализации?

**Практическое занятие № 6. Принцип работы, устройство,
неисправности, диагностика, техническое обслуживание и ремонт
электрических усилителей рулевого управления и систем электронного
впрыска топлива (2 часа)**

Электрический усилитель рулевого управления объединяет в себе электродвигатель постоянного тока, приводящий в движение рулевую рейку с тягами поворотных кулаков и приборы слежения за углом и числом поворотов рулевого вала. Приборы слежения выполнены в виде светочувствительных датчиков и дают команду электродвигателю на смену направления вращения ротора, в зависимости направления поворота рулевого колеса.

Основными неисправностями данной системы являются неисправности схожие с двигателями постоянного тока генераторов и стартеров: обгорание контактной группы, загрязнение коллектора и износ его щеток и пружин щеткодержателей, а также замыкание обмоток ротора на массу и износ подшипников ротора. Кроме этого, датчики слежения за углом и направлением поворота рулевого колеса могут выходить из строя, что приводит к отсутствию команд по передаче электрического тока на обмотки статора управляющего электродвигателя. Все датчики при выходе из строя не подлежат ремонту и могут быть только заменены. Остальные электрические и механические неисправности для управляющего рейкой электродвигателя устраняются в том же порядке, что и для стартеров и генераторов.

Система распределенного впрыска топлива наиболее часто встречается на бензиновых двигателях. Система управления впрыска состоит из дозирующих электронно-управляемых топливных форсунок, датчика массового расхода воздуха и топливной рампы с устройствами контроля давления топлива. Дополнительными устройствами является двигатель добавочного воздуха и датчик положения дроссельной заслонки. Все команды по управлению расходом топлива и воздуха в такой системе

питания отдаются специальным электронным блоком управления по величине проходного сечения впускного коллектора. Основными управляющими датчиками в системе впрыска топлива могут являться индуктивные датчики положения коленчатого и распределительного валов, датчики детонации двигателя, лямбда-датчики выпускной системы.

Основные неисправности по признакам их развития для подобных систем приведены в таблице 1. В таблице 2 приведена расшифровка цифровых кодов вариантов неисправностей по таблице 1.

Таблица 1 – Возможные неисправности электронной системы распределенного впрыска топлива в бензиновых двигателях

Неисправность	Возможные варианты причин*
Холодный двигатель не запускается, запускается с трудом, останавливается	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11
Двигатель работает неустойчиво при прогреве	3, 6, 11
Двигатель плохо развивает частоту вращения по мере прогрева	1, 2, 3, 11, 13
Прогретый двигатель не запускается или запускается с трудом	1, 2, 3, 5, 6
Прогретый двигатель работает неустойчиво на холостом ходу	3, 4, 12
Прогретый двигатель не обладает достаточной приемистостью	1, 2, 9, 10, 11
Двигатель не развивает полной мощности	1, 2, 3, 9, 10, 12
Низкая эффективность торможения двигателем	1, 8, 10, 11
Повышенный расход топлива	1, 2, 3, 6, 12

* - см. неисправность в таблице 2

Таблица 2 – Расшифровка цифровых кодов неисправностей системы распределенного впрыска топлива с электронным управлением

Причина неисправности	Код неисправности
Давление в нижних камерах дозатора-распределителя не соответствует норме	1
Давление топлива в системе не соответствует норме	2
Нарушена герметичность системы питания	3
Неравномерная подача форсунками топлива	4

Неправильная установка расходного элемента дозатора-распределителя в исходном положении	5
Неисправен датчик температуры охлаждающей жидкости	6
Недостаточное обогащение смеси после пуска двигателя	7
Неисправен микропереключатель принудительного холостого хода	8
Неисправен выключатель дроссельной заслонки	9
Не поступает сигнал с датчика положения коленчатого вала	10
Неисправно реле защиты от перегрузки	11
Нарушена регулировка холостого хода двигателя	12
Неисправен датчик положения регулирующего расходомера	13

Контрольные вопросы и задания

1. Какие недостатки имеет система питания с карбюратором? 2. Какими преимуществами обладает система питания с впрыскиванием бензина? 3. Чем различаются системы впрыскивания бензина с моновпрыском и распределенным впрыском? 4. Перечислите датчики, необходимые для работы системы питания с микропроцессорной системой управления. 5. На чем основан способ дозирования подачи топлива электромагнитными форсунками? 6. Что учитывает микропроцессор при регулировании состава смеси? 7. Для чего нужен Л-датчик? 8. Проследите пути подачи топлива от бака к форсункам и сигналов от датчиков к микропроцессору и от него к исполнительным механизмам по схеме системы Мотроник.

Список основных литературных источников:

- 1 Устройство автомобилей. Электрооборудование автомобилей : учебное пособие / составитель И. Л. Соколов. — пос. Караваево : КГСХА, 2022. — 120 с.
- 2 Горшкова, О. О. Электрооборудование автомобиля : учебное пособие / О. О. Горшкова. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2016. — 335 с.
- 3 Электрооборудование современных тракторов и автомобилей : учебное пособие / А. В. Брусенков, А. В. Прохоров, А. И. Кадомцев, А. Г. Павлов. — Тамбов : ТГТУ, 2021. — 100 с.
- 4 Техническое обслуживание электрооборудования и электронных систем автомобилей : учебное пособие / составитель И. Л. Соколов. — пос. Караваево : КГСХА, 2022. — 118 с.