

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра транспортно-технологических процессов и машин

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ
И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

УДК 629.3.017 (073)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЙ: Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Ю.Н. Кацуба*. СПб, 2019. 18 с.

Приведены описания лабораторных работ по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования». Методические указания по выполнению лабораторных работ сопровождаются кратким теоретическим введением и разделом техники безопасности.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по профилю «Автомобили и автомобильное хозяйство».

Научный редактор проф. *А.С. Афанасьев*

Рецензент проф. *В.Н. Ложкин* (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2019

Введение

Работа в лаборатории требует от студента высокой собранности, аккуратности и точности в проведении лабораторных работ.

Перед началом работы студенты получают допуск к работе, включающий основы раздела дисциплины, которому посвящена лабораторная работа, а также экспериментальную суть этой работы. По результатам эксперимента студент составляет отчёт, содержащий: название работы, цель, краткое теоретическое введение, экспериментальную часть, выводы. Отчёт по работе представляется на следующее после выполнения работы занятие.

1. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Техника безопасности в учебных лабораториях

Проведение лабораторных работ в учебных лабораториях и компьютерных классах, во избежание несчастных случаев и порчи оборудования, должно осуществляться в соответствии со следующими правилами:

- следует помнить, что во всех лабораторных установках имеется оборудование, работающее под напряжением 220 и 380 В. Во избежание поражения электрическим током, на всех установках, наряду с заземлением, необходимо наличие защитных кожухов. Включать силовое оборудование и аппаратуру, не ознакомившись с описанием технологических схем установок и без разрешения преподавателя, запрещается;

- не допускается прикасаться к токоведущему оборудованию, электрическим разъемам и проводам во время работы;

- при работе с персональными компьютерами и принтерами следует проявлять аккуратность и бережливость, избегая порчи оборудования;

- перед началом работы студенты обязаны тщательно изучить теоретический материал, разобраться в методике и порядке проведения работ. Затем, получив необходимые указания и

разрешение преподавателя, оборудование подготавливается к работе и на основании методики выполняются задания лабораторных работ;

- после выполнения работ оборудование приводится в исходное состояние и отключается от силовой сети;

- студенты обязаны поддерживать в помещении лаборатории чистоту и порядок.

После окончания лабораторной работы студенты сдают преподавателю отчет по проделанной работе.

Для оказания первой помощи в лабораториях имеются аптечки с медикаментами.

Ознакомившись с настоящей инструкцией, каждый студент расписывается в журнале по технике безопасности.

1.2. Методические указания по выполнению лабораторных работ

Методические указания является руководством для выполнения студентами лабораторных работ по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования».

Каждая лабораторная работа проводится после изучения студентами соответствующего раздела или темы.

Цель проведения лабораторных работ – закрепить теоретические знания, полученные учащимися на лекционных занятиях.

По каждой работе должен быть составлен отчет. Отчеты выполняются на листах бумаги формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.106-96 ЕСКД «Текстовые документы». Каждый лист должен иметь рамку и основную надпись.

По результатам каждой работы проводится дифференцированный зачет.

Все выполненные и подписанные преподавателем отчеты по лабораторным работам подшиваются в журнал (скоросшиватель). В содержании указывается перечень всех работ. Листы отчетов должны иметь сквозную нумерацию. Журнал отчетов по лабораторным работам является документом, с учетом которого выставляется оценка по дисциплине.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Конструкция и диагностические параметры стартеров

1. Цель: изучение конструкции и диагностических параметров стартеров.

Задачи:

- Рассмотреть конструкции наиболее распространенных стартеров, используемых на отечественных автомобилях.
- Изучить порядок подключения стартера к установке.
- Снять диагностические параметры стартера согласно порядку выполнения практической работы.
- Дать оценку полученным результатам.
- Составить отчет о проделанной работе.

2. Оборудование

2.1. Оборудование для проведения лабораторной работы

Оборудование необходимое для проведения лабораторной работы:

- стенд испытательный СКИФ 1-01.
- стартеры.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Проверка стартера в режиме холостого хода

Стартеры проверяются на стенде СКИФ-1-01 в режиме холостого хода с использованием следующей схемы подключения.

1. Установите стартер на стенде с помощью стяжки, представляющей цепь с натяжным винтом.
2. Подключите его к стенду с помощью клемм и проводов, лежащих на рабочем столе.
3. Переключатель напряжения силового блока в зависимости от номинального напряжения стартера переведите в положение 12 В или 24 В. Включите стенд. Нажмите на кнопку «Пуск». Якорь стартера должен вращаться.
4. Прочтите показания амперметра (следует напомнить, что при этой проверке предел измерения амперметра 200 А) и сравните с данными табл. 1. Напряжение контролируется по вольтметру, переключением в положение «Уст».
5. Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода не более 10 с.

Таблица 1

Параметры проверки стартеров в режиме холостого хода

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Ток холостого хода, А, не более	Частота вращения, мин ⁻¹ , не менее
СТ221	12	1,3	35	5000
29.3708	12	1,3	75	5000
35.3708	12	1,3	75	5000
42.3708	12	1,65	75	5000
СТ130-А3	12	1,8	90	3400

4.2. Возможные дефекты

1. Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, а частота вращения якоря падает ниже нормы.

2. Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания в обмотке якоря.

3. Межвитковое замыкание в обмотке возбуждения у стартеров большой мощности приводит к повышению частоты вращения якоря.

5. Отчет

- Название лабораторной работы.
- Применяемое оборудование.
- Краткие теоретические сведения по теме.
- Вывод по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Конструкция и диагностические параметры генераторов

1. Цель: изучить конструкцию и диагностические параметры генераторов.

Задачи:

- Рассмотреть конструкции наиболее распространенных генераторов, используемых на отечественных автомобилях.
- Изучить порядок подключения генератора к установке.

- Снять диагностические параметры генератора согласно порядку выполнения лабораторной работы.
- Дать оценку полученным результатам.
- Составить отчет о проделанной работе.

2. Лабораторное оборудование

Испытательный стенд СКИФ 1-01.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Порядок действий

1. Установите один из генераторов на стенде, прикрепите его крепежной цепью. Затем соедините ремнем шкив генератора со шкивом электропривода стенда.

2. Подключите генератор к стенду.

3. Включите электродвигатель.

4. Натяните ремень с помощью ручки каретки, поворачивая ее против часовой стрелки до устойчивого сопротивления.

5. Переведите переключатель на предел 0 - 200 В.

6. Выставьте переключатель в положение «Uг».

7. Плавно поворачивая ручку регулятора источника регулируемого напряжения по часовой стрелке, установите номинальное напряжение на выходе генератора.

8. Измерьте напряжение на обмотке возбуждения, установив переключатель в положение «УБП», и сравните с нормативными данными.

9. Проведите проверку генератора под нагрузкой. Нагрузка генератора выбирается переключателем в положении II.

4. Отчет

- Название лабораторной работы
- Применяемое оборудование.
- Краткие теоретические сведения по теме.
- Результаты занести в табл. 1.
- Вывод по проделанной работе.

Таблица 1

Результаты проверки генератора

Тип генератора	Данные замера		Эталонные данные	
	U_B (без нагрузки), В	U_B (под нагрузкой), В	U_B (без нагрузки), В	U_B (под нагрузкой), В

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Проверка технического состояния аккумуляторной батареи

1. Цель работы: Изучение способов и приобретение практических навыков проверки технического состояния аккумуляторной батареи (АКБ).

Задачи:

- Провести внешний осмотр батареи,
- Измерить уровень, плотность и температуру (t^0) электролита.
- Определить ЭДС аккумуляторов и АКБ.
- Определить степень разряженности АКБ.
- Измерить напряжения под нагрузкой и напряжение 2-х соседних аккумуляторов.
- Определить падения напряжения на корпусе АКБ.

2. Лабораторное оборудование

Стеклянная трубка 5–8 мм, денсиметр со шкалой 1,100–1,300 г/см³, термометр со шкалой от 0 до 100 °С, вольтметр магнитоэлектрической системы со шкалой от 0 до 15В и ценой деления 0,2В, аккумуляторные пробники-S107, S-108.

3. Порядок выполнения работы**3.1. Порядок действий****Внешний осмотр**

Визуально определяют состояние моноблока, крышек, пробок, мастики, выводов батарей, обращают внимание на

состояние его поверхности и наличие электролита. Моноблок и крышки должны быть очищены от грязи, электролита и не иметь трещин.

Загрязненные крышки и мастику протирают тканью смоченной 10 % раствором питьевой соды или нашатырного спирта. Если батарея имеет трещины, то она подлежит ремонту. Проверяют и прочищают вентиляционные отверстия в крышках АКБ (пробках).

Трещины в мастике устраняют оплавлением ее нагретым паяльником, сильно поврежденную заменяют. Покачивание выводов определяют плотность их крепления. Окисленные выводы зачищают наждачной шкуркой или специальной щеткой, и смазывают техническим вазелином или маслом для двигателя.

Наблюдая за поверхностью электролита обращают внимание на выделение пузырьков газа, наличие пузырьков свидетельствует об ускоренном саморазряде из-за загрязнения электролита посторонними веществами. При наличии разряда электролит заменяют. Перед этим АКБ необходимо разрядить током, равным 0,1 емкости батареи до напряжения 1,2 В на одном аккумуляторе (или до 7,2 В на зажимах батареи).

Сливают электролит, предварительно замерив его плотность. Затем в аккумуляторы заливают чистый электролит той же плотности, которую имел загрязненный электролит после разряда, и заряжают батарею.

Измерение уровня электролита

Уровень электролита в аккумуляторах должен быть на 10...15 мм (у аккумуляторной батареи 6СТ-55 5...10 мм) выше предохранительного щитка.

Уровень электролита измеряют стеклянной трубкой, которая опускается в аккумулятор до упора в предохранительный щиток, затем закрывается сверху пальцем и приподнимается.

Если уровень электролита ниже нормального, то в аккумуляторы заливают дистиллированную воду, если выше, то электролит отбирают резиновой грушей во избежание его расплескивания при эксплуатации батареи.

Доливку воды в аккумуляторы производят непосредственно перед зарядом батареи, а на автомобиле – при работающем двигателе. Несоблюдение этого требования может вызвать замерзание воды в аккумуляторах и ускоренный саморазряд из-за разной плотности электролита в верхней и нижней частях аккумулятора.

Необходимо помнить, что после доливки воды без заряда плотность электролита замерить невозможно.

Нельзя повышать уровень доливкой в аккумуляторы электролита, так как это приведет к повышению его плотности. Электролит доливают только в случае вытекания (например, при опрокидывании батареи). По цвету электролита в измерительной трубке можно судить о его загрязненности. Электролит бурого цвета свидетельствует об осыпании активного вещества «плюсовых» электродов аккумулятора.

Измерение плотности электролита

Плотность электролита в каждом аккумуляторе измеряют денсиметром или ариометром. При выполнении лабораторной работы рекомендуется пользоваться денсиметром, так как он имеет меньшую погрешность измерений.

Для измерения плотности электролита необходимо с помощью резиновой груши несколько раз (для удаления пузырьков воздуха со стенок пипетки) набрать электролит в пипетку до всплытия денсиметра. Не вынимая пипетку из аккумулятора и не допуская касания денсиметром стенок пипетки по нижней части мениска электролита в пипетке по шкале денсиметра, определяют плотность электролита.

Допускается отклонение плотности электролита в аккумуляторах одной батареи не более чем на 10 кг/м^3 ($0,01 \text{ г/см}^3$). При большем отклонении батарею нужно зарядить. Для определения величины температурной поправки необходимо измерить температуру электролита.

Определение степени разреженности аккумуляторов и батарей

Снижение плотности электролита на 10 кг/м^3 по отношению к плотности у полностью заряженного аккумулятора соответствует

разряду аккумулятора примерно на 6 %. Например, если плотность электролита в заряженном аккумуляторе была 1280 кг/м^3 , а измерения при 298 К ($+25 \text{ }^\circ\text{C}$) – 1220 кг/м^3 , то плотность понизилась на 60 ед., что соответствует 36 % разреженности.

Степень разреженности батареи определяется по степени разреженности аккумулятора, имеющего самую низкую плотность электролита.

Батареи, имеющие степень разреженности более 25 % зимой и 50 % летом, должны сниматься с эксплуатации и заряжаться.

Необходимо учитывать, что снижение плотности электролита в аккумуляторах может происходить не только в результате разряда, но и в результате действия неисправностей (сульфатация, замыкание электродов).

Для того чтобы определить эти неисправности и подтвердить подсчитанную степень разреженности, необходимо измерить ЭДС и напряжение аккумулятора под нагрузкой.

Определение ЭДС аккумуляторов по плотности и вольтметром

ЭДС аккумулятора определяется по уравнению:

$$E_0 = 0,84 + \gamma_{25} \cdot 10^{-3}.$$

Но величину ЭДС с достаточной точностью можно определить и вольтметром без нагрузки так как

$$U_B = E_0 - I_B R_a,$$

где U_B – показания вольтметра; I_B – сила тока, потребляемая вольтметром; R_a – внутреннее сопротивление аккумулятора.

Так как величины I_B и R_a малы, то практически величина $I_B R_a$ близка нулю и вольтметр показывает величину E_0 , т. е. $U_B = E_0$.

Сравнивая величины ЭДС, подсчитанной и измеренной, судят о наличии неисправностей батареи.

Если $U_B = E_0$, то степень разреженности, подсчитанная по плотности, соответствует действительной. Если $U_B = 0$, то в аккумуляторе имеет место полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо измерить напряжение батареи. Если $U_B = 0$, то в аккумуляторе имеет место

полное короткое замыкание электродов или обрыв в цепи. Для определения обрыва необходимо измерить напряжение батареи. Если U_B значительно меньше E_0 (например, $U_B = 0,5...1,5$ В), в аккумуляторе имеется частичное замыкание электродов. Если U_B больше E_0 , то в аккумуляторе засульфатированы электроды или отстоялся электролит.

У аккумуляторных батареях со скрытыми межэлементными соединениями измеряются ЭДС всей батареи, а ЭДС по плотности подсчитывается как сумма E_0 всех аккумуляторов. Если при измерении вольтметром ЭДС батареи равна нулю, то в цепи одного или нескольких аккумуляторов имеется обрыв. Если напряжение батареи, измеренное вольтметром, равно 10 В, то в одном аккумуляторе полное или в нескольких – частичное короткое замыкание. Частичное замыкание электродов можно устранить промывкой аккумулятора дистиллированной водой. При полном коротком замыкании батареи нужно ремонтировать.

С помощью измерения и подсчета ЭДС невозможно выявить наличие таких неисправностей, как уплотнение активного вещества и разрушение электродов.

Определить эти неисправности, а также выявить общую пригодность аккумуляторных батарей к эксплуатации позволяет измерение напряжения под нагрузкой.

Измерение напряжения под нагрузкой

Напряжение каждого аккумулятора под нагрузкой, близкой к стартерной, измеряется аккумуляторным пробником Э-108 или нагрузочной вилкой ЛЭ-2.

Для проверки аккумуляторов батарей емкостью 45...100 А/ч пробником Э-108 необходимо:

Затянуть гайку и отвернуть гайку;

Если емкость батареи 100...145 А/ч, то гайку заворачивают, отвертывают;

Если емкость батареи 145...190 А/ч, заворачивают до упора обе гайки.

Испытывая аккумуляторы, плотно прижимают острия ножек к выводам проверяемого аккумулятора и в конце пятой секунды определяют напряжение по вольтметру. На сильно окисленных

выводах необходимо сделать царапины ножками приборов для создания надежного электрического контакта. Так как величина тока разряда близка к стартерной, то повторные измерения напряжения под нагрузкой будут несколько ниже вследствие частичного разряда аккумуляторов. Увеличивать время проверки аккумулятора нельзя, так как это повлечет за собой получение неверного результата измерений.

Напряжение исправного и полностью заряженного аккумулятора в конце пятой секунды при проверке нагрузочной вилкой ЛЭ-2 должно быть не менее 1,7 В и не менее 1,4 В при проверке пробником Э-108. Напряжение всех аккумуляторов не должно отличаться более чем на 0,1 В. При меньших величинах напряжения АКБ к эксплуатации непригодна и ее нужно заряжать или ремонтировать.

Заключение о техническом состоянии аккумуляторов делается с учетом всех ранее замеренных и подсчитанных параметров. Например, если $\gamma(25) = 1270 \text{ кг/м}^3$; $U_B = E_0$ (батарея заряжена), но напряжение под нагрузкой $U_H = 1,3 \text{ В}$, то это свидетельствует о разрушении электродов или уплотнении активного вещества. Такая батарея требует ремонта.

4. Отчет

- Название лабораторной работы
- Вывод по проделанной работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

1. Цель работы: Изучить методы диагностирования и регулировки внешних световых приборов.

Основные теоретические положения

Приборы освещения и световой сигнализации служат для обеспечения безопасной эксплуатации автомобилей в условиях ограниченной видимости, предупреждения об опасностях и действиях водителей автотранспортных средств в пути следования.

В целях хорошего освещения дороги и предупреждения ослепления водителя встречного транспорта необходимо при ТО-2

проверить и, если требуется, отрегулировать направление светового потока фар. Проверка и регулировка светового потока фар автомобилей осуществляется с помощью оптических приборов (К-310, ЦК-5, К-303, прибора НТЕ 1.1 фирмы «МАНА», НИИАТ-96М).

К приборам освещения и световой сигнализации автомобиля относятся: фары, подфарники, задние фонари, указатели поворотов, фонарь освещения номерного знака, лампы освещения номерного знака, лампы освещения приборов, контрольные лампы дальнего света фар, указатели поворота и ручного тормоза, плафон освещения кузова, подкапотная лампа, фонарь багажника, контрольные лампы систем двигателя и выключатели, служащие для управления указанными приборами. Наиболее часто встречаются следующие неисправности приборов освещения и сигнализации: повреждение изоляции электропроводки, отсоединение, обрыв или повреждение проводов, замыкание проводов «на массу», нарушение герметичности фар, неправильная установка фар, обрыв или замыкание в цепи фар, подгорание контактов, окисление клемм, нарушение регулировки, перегорание нитей накала ламп и предохранителей и др.

Приборы освещения проверяют их включением. Включенное или выключенное состояние фар, подфарников, габаритных фонарей, фонарей заднего хода и др. должно соответствовать положениям переключателей. Мигание или тусклый свет ламп указывает на неплотности контактов в цепи.

Смещение светового потока фар от направления движения автомобиля устраняют регулировкой.

Состояние электропроводов проверяют осмотром их изоляции и мест присоединения к приборам. При проверке проводов на замыкание на массу один конец провода контрольной лампы соединяют с положительной клеммой, а вторым концом поочередно прикасаются к концам проверяемых проводов. Накал лампы указывает на замыкание данного провода с массой.

Характерным признаком короткого замыкания цепи фар на автомобилях, снабженных термоконтными биметаллическими предохранителями, является появление щелчков.

Если лампы фар горят с очень сильным накалом и часто перегорают, то это показывает на повышение напряжения в сети, нарушение регулировки реле-регулятора.

Если лампы фар горят тускло, имея слабый накал в результате понижения напряжения в бортовой сети, то возможной причиной является нарушение регулировки реле-регулятора или повреждение изоляции проводов, которые замыкают на массу.

Свет может мигать в лампах из-за плохого контакта в патронах, периодического разрыва провода и его соединения, вследствие вибрации автомобиля при движении, плохого контакта проводов на зажимах выключателей, предохранителей.

Уход за системой световой сигнализации заключается в содержании приборов в чистоте, проверке их креплений, правильности регулировки и состояния контактов.

Категорически запрещается установка нестандартных внешних световых приборов, кроме противотуманных фар.

2. Приборы и оборудование

1. Диагностическая установка ЛІТЕ 1.1.
2. Автомобиль.

3. Порядок выполнения работы

1. Не прерывая работу системы установить люксметр и устройство для контроля регулировки фар.
2. Снять показания.
3. Обработать результаты.

4. Отчет

- Название лабораторной работы
- Вывод по проделанной работе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Глазачев А.В.* Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Глазачев, В.П. Петрович. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2013. — 208 с.

<https://e.lanbook.com/book/45131>.

2. *Ефимов И.Е.* Основы микроэлектроники [Электронный ресурс] : учеб. / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 384 с.

<https://e.lanbook.com/book/709>.

3. *Смирнов Ю.А.* Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, А.В. Муханов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 624 с. <https://e.lanbook.com/book/3719>.

4. Расчет и проектирование электрогидравлических систем и оборудования транспортно-технологических машин [Электронный ресурс] : учеб. / В.В. Лозовецкий [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 420 с.

<https://e.lanbook.com/book/92616>.

5. *Соснин Д.А.* Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-4): Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2015. — 416 с.

<https://e.lanbook.com/book/92972>.

6. *Кашкаров А.П.* Современные электромобили. Устройство, отличия, выбор для российских дорог [Электронный ресурс] / А.П. Кашкаров. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 92 с.

<https://e.lanbook.com/book/100902>.

7. *Поливаев О.И.* Электронные системы управления автотракторных двигателей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 200 с.

<https://e.lanbook.com/book/76280>.

8. *Раков В.А.* Эксплуатация и обслуживание автомобилей с гибридными силовыми установками: монография [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 143 с. <https://e.lanbook.com/book/93078>.

9. *Малкин В.С.* Техническая диагностика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 272 с.

10. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

11. Планирование и организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: учебное пособие по курсовому проектированию [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Яблонский [и др.]. — Электрон. дан. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с.

12. *Поливаев О.И.* Теория трактора и автомобиля [Электронный ресурс] : учеб. / О.И. Поливаев, В.П. Гребнев, А.В. Ворохобин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016.

13. *Раков В.А.* Эксплуатация и обслуживание автомобилей с гибридными силовыми установками: монография [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Вологда : ВоГУ, 2014. — 143 с.

14. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] : учеб. для вузов / [Е. С. Кузнецов и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 2001. - 534, [1] с. : граф., рис., табл., формы. - Библиогр.: с. 497-500. - ISBN 5-02-002593-3.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Указания к выполнению лабораторных работ.....	3
1.1. Техника безопасности в учебных лабораториях.....	3
1.2. Методические указания по выполнению лабораторных работ.....	4
Лабораторная работа № 1 Конструкция и диагностические параметры стартеров.....	5
Лабораторная работа № 2 Конструкция и диагностические параметры генераторов.....	6
Лабораторная работа № 3 проверка технического состояния аккумуляторной батареи.....	8
Лабораторная работа № 4 Определение неисправностей в цепях светосигнальной и осветительной аппаратуры.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	16

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ
ТРАНСПОРТНЫХ
И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов бакалавриата направления 23.03.03*

Сост. *Ю.Н. Кацуба*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
транспортно-технологических процессов и машин

Ответственный за выпуск *Ю.Н. Кацуба*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 26.06.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,0. Усл.кр.-отт. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 100 экз. Заказ 609. С 221.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2