

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленная электроника»

(наименование)

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

(код и наименование направления подготовки)

Промышленная электроника

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Система электропитания электромобиля»

Студент И.С. Бондаренко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель д.т.н., доцент В.П. Певчев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Содержание

1. Введение.....	3
1.1 Цели и задачи	6
1.2 Обоснование актуальности исследования	6
2. Основная часть.....	9
2.1 Анализ существующих технологий	10
2.2 Анализ функциональной схемы питания электромобиля.....	19
2.3 Анализ структуры силовой части схемы электропитания электромобиля.....	20
2.4 Обоснование изменения структуры схемы электропитания электромобиля и её элементов	22
2.5 Разработка системы электропитания в среде Matlab	25
2.6 Экспериментальная часть исследования системы питания электромобиля в режиме разгон-торможение	26
3. Заключение	30
4. Список используемой литературы	31
Приложение А.....	33

1. Введение

Питание электромобилей является самой актуальной проблемой в процессе их эксплуатации. Потребность человека в передвижении появилась давно. Технологии совершенствовались с каждым годом все активнее. Начало для конструирования электромобилей положило изобретение электродвигателя

Майклом Фарадеем в 1821 году. Изобретатели разрабатывали устройство, имеющее практическое применение. Только в 1834 году русско-прусский ученый Якоби изобрел двигатель с вращающимся якорем.

Первый электромобиль был создан в 1841 году. Выглядел он, как тележка с электромотором и до 1865 года электромобили не развивали скорость больше 4 км в час. После изобретения Планте прообраза современного аккумулятора развитие электромобилей стало ускоряться. В 1888 году был изобретен первый электровелосипед, способный развивать скорость до 8 миль в час. Вес его аккумуляторов составлял 40 кг. В 1889 году русский изобретатель Романов изобрел экипаж на 2 персоны. В 1890 году американец У. Моррисон изобрел шестиместный фургон, который разогнался до 23 км в час.

Первые скоростные рекорды принадлежат электромобилям. Так в 1898 году французский автогонщик Гастон де Шаслу-Лоба смог разогнаться до 63 км в час. А через 4 месяца бельгийцу Камиллю Женатци удалось разогнаться до 105 км в час.

Развитие электромобилей активно продолжалось, особенно в начале 20 века. В США представляли вниманию кареты, способные разогнаться до 30 км в час для повседневного использования. Спустя 10 лет был изобретен первый гибридный автомобиль на электрической тяге до 24 км в час, и на бензиновой тяге до 56 км в час. Такие гибриды стояли 2700 долларов. И даже в 1900 году легендарный Фердинанд Порше выставил на парижском автосалоне автомобиль с моторами в колесах, способный разогнаться до 50 км в час и проехать 50 километров. Начало 20 века является золотым для технологии электромобиле - строения.

Электромобили были более популярными, чем автомобили на двигателе внутреннего сгорания. Электромобили изобретали в разных городах и странах, и даже такие знаменитые фамилии как Форд, Эдисон, были вовлечены в эту индустрию.

Основной проблемой дальнейшего развития электромобилей являлось, и пока остается – его питание. Когда возникла потребность в дальних поездках между городами, то конкурент на двигателе внутреннего сгорания смог вытеснить электромобиль с рынка, и делал это до начала 21 века.

В разных странах стали применяться электромобили как решения экологической проблемы. Существуют исследования в различных городах, где применяли разные технологии электромобилей.

Данная магистерская работа является совокупностью аналитического исследования электротранспортных средств и создания схемы управления питанием транспортного средства на базе существующих технологий.

Результатом работы является обзор существующих технологий электротранспортных средств, с целью формирования обобщённых представлений в данной области, а также еще одно схемотехническое решение в области управления питанием электротранспортного средства, являющееся самым выгодным в финансовом плане в условиях России, по мнению автора.

Объем данной работы составляет 70 страниц текста с иллюстрациями экспериментов и испытаний системы питания.

Чтобы решить задачи, поставленные в данной работе, необходимо провести аналитическое исследование рынка, существующих технологий, а также выделить те области, где применение электротранспорта и подобных портативных технологий решали бы актуальные проблемы общества.

Результатом такого исследования могла бы служить сводная таблица с видами электроприводов, их прикладных характеристик и стоимости данной технологии.

Характеристики нужно связывать с областью применения, где данный вид электропривода имеет свою наибольшую рациональность.

Основная задача магистерской работы является инженерной, поэтому сводится к моделированию электрической схемы устройства. Базироваться решения должны на существующих схемах из патентов разработчиков. Последующая адаптация схемы моделируется математически при помощи программного комплекса Matlab Simulink. Для формирования схемы по правилам схема переносится в Micro-Cap.

Экспериментальная часть данной работы проводится с помощью коллекторного двигателя 1,3 кВт. Данный вид двигателя наиболее прост и понятен для тестирования системы управления питанием. В системе будут использоваться ключи, конденсаторы и основной аккумулятор. Подбор компонентов в разделе «Обоснование изменения структуры схемы электропитания электромобиля и её элементов» данной работы.

По графикам мощности, составленными по снятым показаниям двигателя, будет видна разница в режиме разгон – торможение.

Созданное устройство питания электротранспорта должно удовлетворять основным требованиям:

1. Подача достаточного количества энергии для двигателя при пиковых нагрузках.
2. Обеспечение наиболее благоприятного режима эксплуатации аккумуляторной батареи.

Так как режим работы любого электропривода задает режим работы системы питания, то можно считать управление электропитанием тем же самым управлением электродвигателем. Проще говоря, управление электрической машиной сводится к подаче электропитания в нужных пропорциях на двигатель. С точки зрения сохранения энергии данный вид управления двигателем является наиболее рациональным.

1.1 Цели и задачи

Цель работы:

Совершенствование системы питания электромобиля для режимов работы разгон-торможение.

Задачи:

1. Совершенствование накопителя энергии.
2. Разработка системы электропитания с использованием ионистра и аккумулятора

Требования для системы:

1. Подача достаточного количества энергии для двигателя при пиковых нагрузках
2. Обеспечение наиболее благоприятного режима эксплуатации аккумуляторной батареи.

1.2 Обоснование актуальности исследования

Актуальность использования электродвигателей вместо двигателей внутреннего сгорания (ДВС) можно обосновать по-разному. Самым простым и понятным объяснением будет являться разность коэффициента полезного действия (КПД). ДВС менее эффективны перед электродвигателями. Особенно это наглядно видно на примере тяжелой техники и грузоподъемных механизмах, где используются электродвигатели большой мощности для механического движения.

Основная проблема использования электротехнических решений в транспорте — это портативное питание. Аккумуляторные батареи до сих пор слишком дороги, чтобы использовать их чаще, чем сгораемое топливо. И хоть проблема опасности загрязнения городов уже довольно сильно ужесточает требования к экологичности топлива, современный мир до сих пор не перешел полностью даже к гибридным видам транспорта полностью.

Начиная с нефтяных кризисов в 1970-х годах, в разных странах уже были приняты предварительные планы по продвижению электромобилей (ПЭ) с

намерением в конечном итоге заменить двигатели внутреннего сгорания, поскольку их выхлопные газы вызывают значительное загрязнение окружающей среды. Такие страны, как Япония и Соединенные Штаты Америки (США), смогли увеличить продажи электромобилей с помощью эффективной политики, способствующей их использованию. Европейский союз (ЕС) и другие европейские страны следовали этим тенденциям и внедряли свою собственную политику в области электромобилей, которая в некоторых странах, в частности государствах-членах ЕС, постоянно совершенствуется.

Политика в области электромобилей может быть разделена географически в соответствии с их принятием на международном, национальном или местном уровне. Политику также можно разделить с законодательной точки зрения на международно-обязательную и необязательную политику. Они могут включать налоговые и неналоговые стимулы, которые охватывают широкий спектр стимулов и мер.

С точки зрения клиента или потребителя эти меры можно разделить на прямые или косвенные. Использование электромобилей можно продвигать среди потенциальных покупателей с напрямую, в то время как развитие электромобилей может стимулироваться косвенными мерами для удовлетворения потребностей клиента или даже законодательного органа. Политика может приниматься в одностороннем порядке или в качестве соглашения между представителями общества.

Наличие альтернативных источников энергии и экологическое воздействие транспортного сектора будут играть важную роль в эволюции транспортного сектора. Ограниченные запасы нефти, особенно в ЕС, и, следовательно, политические и экономические риски можно рассматривать как наиболее важные движущие силы для снижения зависимости от ископаемого топлива и разработки альтернативных решений. Для снижения зависимости от ископаемого топлива и связанных с транспортом экологических воздействий должны быть разработаны и внедрены эффективные меры политики, такие как

сокращение использования личного транспорта, продвижение велоспорта, пешеходного и общественного транспорта.

Однако из-за нынешнего стиля жизни, западного уровня жизни и связанной с ним независимости путешествий с личным транспортным средством продвижение экологически безопасных альтернатив, таких как автомобили с низким уровнем выбросов (АСНУВ) (транспортные средства на СНГ, СПГ, биотопливо, электромобили и гибриды) имеет решающее значение, а также внедрение интеллектуальных сетей и сокращение пикового использования энергии. Это можно сделать с зарядкой электрических транспортных средств в ночное время, а также путем отопления домов в ночное время, как было предложено Бабаком и др.

Для решения проблем, возникающих в рамках различных рекламных стратегий альтернативных топливных транспортных средств (АТТС), необходимо изучить аналогичную международную политику в области электрических транспортных средств, анализируются и перекрестно сравниваются по отдельности для оценки их эффективности и обеспечения высокой транспортной экоэффективности, описанной Мориарти и Вангом, как максимизирующие выгоды для общества при минимизации связанных с транспортом экологических воздействий.

Исследовательская и инженерная работа в области питания электромобилей является актуальной по сей день. Рынок электромобилей в России только начинает рост. Как показывает тенденция развития, рано или поздно, большая часть городского автопарка преобразуется в электротранспорт.

2. Основная часть

Основная идея принципа действия системы управления питанием заключается в сглаживании подачи тока на двигатель. Такой режим наиболее благоприятен для аккумуляторной батареи большинства типов. Подробнее о типах аккумуляторов будет описано в следующем разделе.

Как известно, при запуске, двигатель потребляет большее количество тока. Это характерно для большинства видов двигателей. Пусковые характеристики двигателей будут описаны в разделе «анализ существующих технологий». При торможении электрической машины возможен обратный бросок энергии в систему за счет рекуперативных свойств двигателя. Таким образом возникает определенный принцип работы системы в режиме разгон-торможение (рис.1)

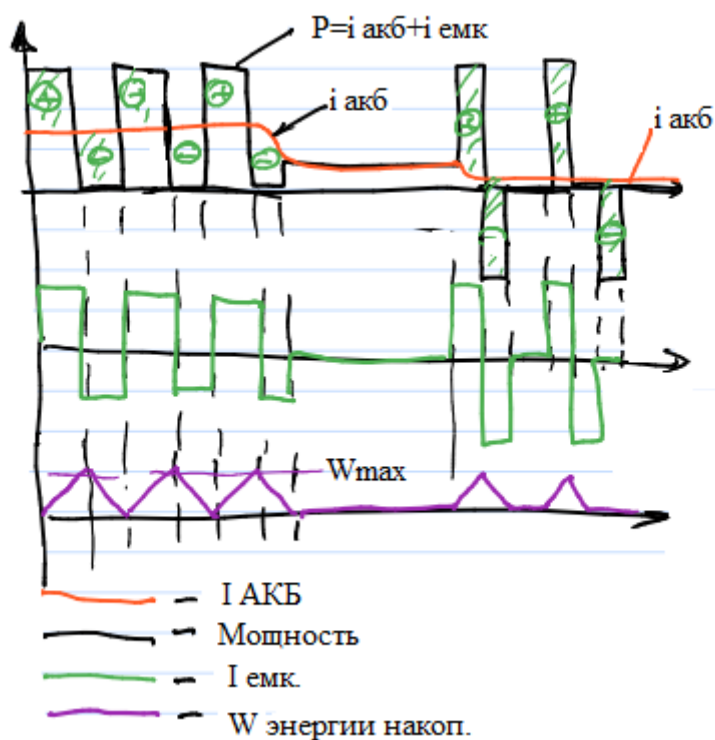


Рисунок 1. Режим работы системы

Сглаживание тока должно происходить за счет использования ионистра большой емкости. В этом заключается основной принцип работы системы, удовлетворяющий требованиям:

1. Подача достаточного количества энергии для двигателя при пиковых нагрузках

2. Обеспечение наиболее благоприятного режима эксплуатации аккумуляторной батареи.

Ионистр имеет преимущество перед аккумулятором в количестве циклов заряда разряда. Однако самым главным его преимуществом является величина отдаваемого тока в единицу времени. В процессе старта машины и ее торможения ток может превышать допустимые параметры разряда аккумуляторов, однако конденсатор вполне справится с этим перегрузом.

Предположительно, именно это свойство системы управления питанием обеспечит сохранение аккумуляторной батареи на больший срок эксплуатации при режиме разгон-торможение в городских условиях эксплуатации электротранспорта.

2.1 Анализ существующих технологий

Начать анализировать существующие технологии можно с потребителей электроэнергии, то есть электроприводов. Их разделяют по разным категориям, но в этой работе будут описаны основные электродвигатели, которые использовались в электромобилях.

В США и ЕС долго время использовались коллекторные двигатели постоянного тока как тяговые двигатели. Они имеют самую большую историю и область использования. Его внутреннее строение и схема соединения на рисунке 2.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Рисунок 2. Коллекторный двигатель постоянного тока

Из-за особенностей конструкции коллекторного узла данная технология не позволяет использовать такие виды двигателей для массового производства электромобилей с большим сроком эксплуатации. Скользящий контакт сам по себе является не идеальной технологией. Самые мощные двигатели постоянного тока не превышают 900 кВт. В машинах с таким двигателем необходимо обслуживать коллекторный узел, что может быть проблемой и затратами. Однако, если сравнить данную технологию с двигателями внутреннего сгорания, то затраты на обслуживание по деньгам могут быть сопоставимы. Также к двигателям постоянного тока можно отнести универсальные двигатели. Они часто используются в бытовых приборах и портативном инструменте. Например, стиральная машина по ГОСТУ имеет срок службы двигателя мощностью до 800 Вт около 700 часов. Основное преимущество коллекторного двигателя в его цене. Они являются самыми дешевыми на рынке. Предположительно данная технология до 1 кВт является самой выгодной для потребителя. Например у TM Volta bikes есть комплекты

электросамокатов и электровелосипедов с коллекторными двигателями. Данная их линейка является самой дешевой (рис.3).

Управление таким двигателем осуществляется путем подачи питания на коллекторный узел. Обороты двигателя регулируются напряжением, а крутящий момент силой тока. Так как распределение тока по катушкам двигателя занимается коллекторный узел, то контроллер по управлению двигателем не требуется. Поэтому данная технология дешевле аналогов. Чтобы регулировать подачу напряжения возможно использование преобразовательной техники.



Рисунок 3. Коллекторный двигатель для электровелосипеда

Ниже представлена диаграмма, показывающая механические характеристики универсального коллекторного двигателя в совокупности с его исполнением (параллельное и последовательное).

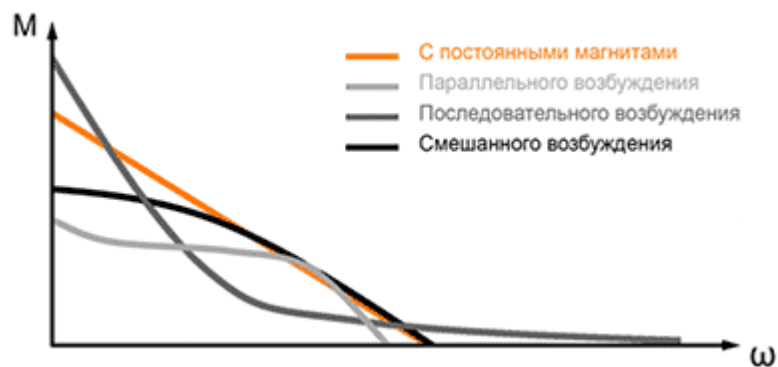


Рисунок 4. Диаграмма коллекторного двигателя.

Важным моментом нужно отметить изменение тока в катушках относительно напряжения. Этот показатель относится напрямую к теме управления питанием электродвигателя.

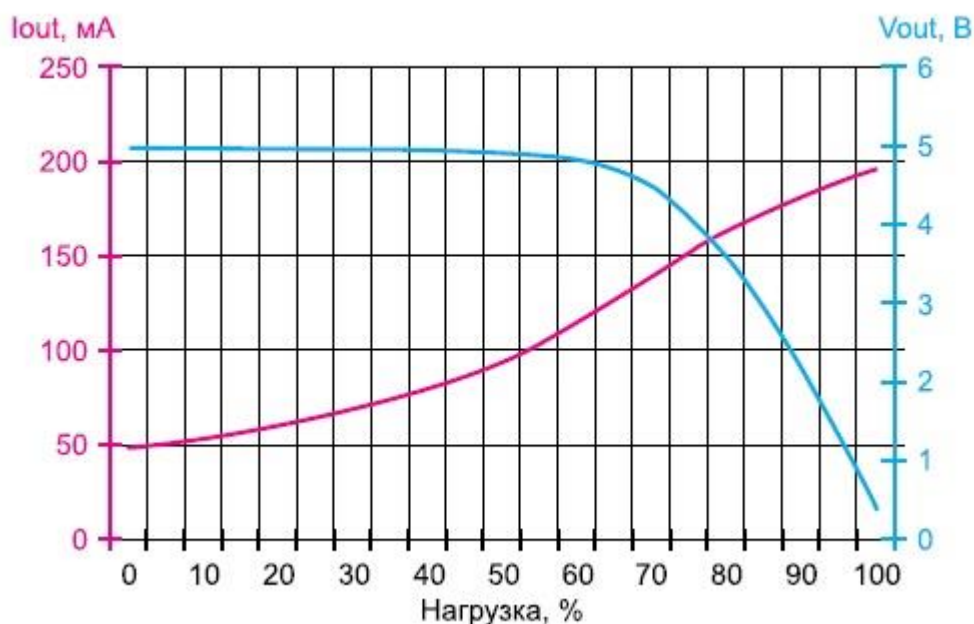


Рисунок 5. Изменение тока в коллекторном двигателе

Асинхронные двигатели относятся к безколлекторным типам электродвигателей. КПД асинхронных электродвигателей большой мощности достигает 95%. Данный вид приводов больше подходит к электрическим машинам мощнее 1 кВт.

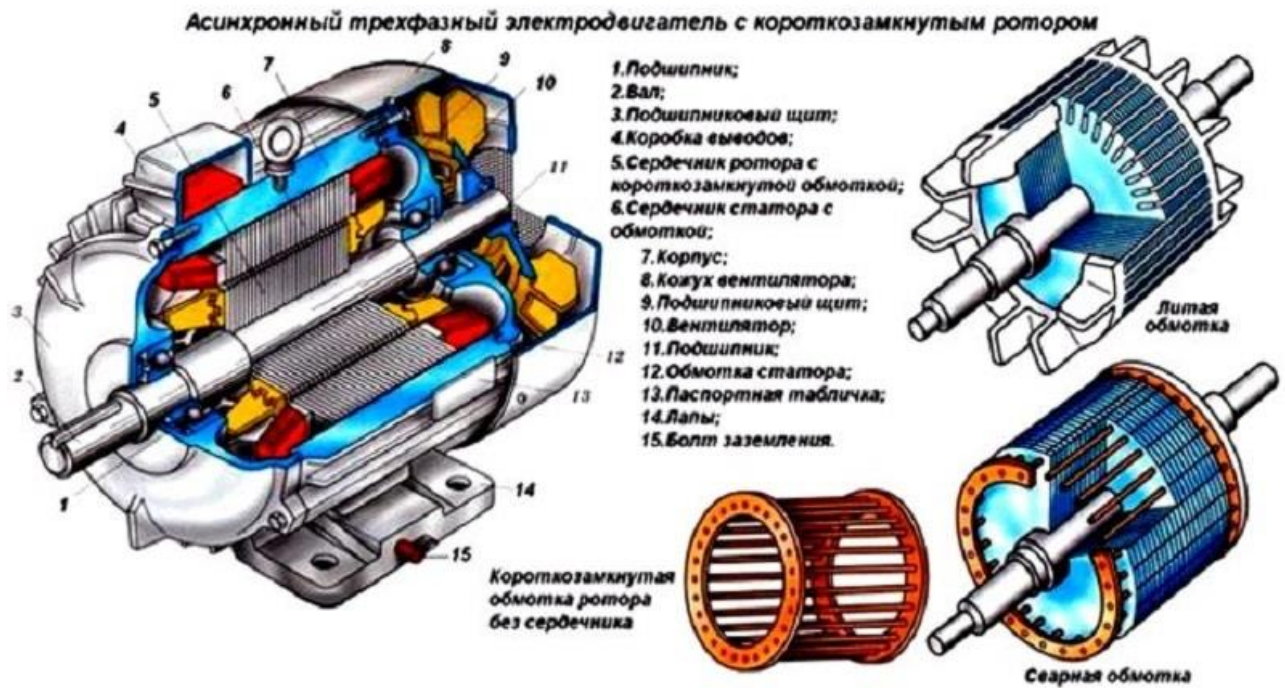


Рисунок 6. Конструкция асинхронного двигателя.

Управление питанием асинхронного двигателя осуществляется посредством изменения частоты переменного тока, так называемым частотником. Особенность принципа работы двигателя в запаздывании магнитного поля относительно ротора двигателя. Для запуска и управления двигателем необходимы пусковые и рабочий конденсатор. Разумеется для работы такого двигателя требуется переменный ток.

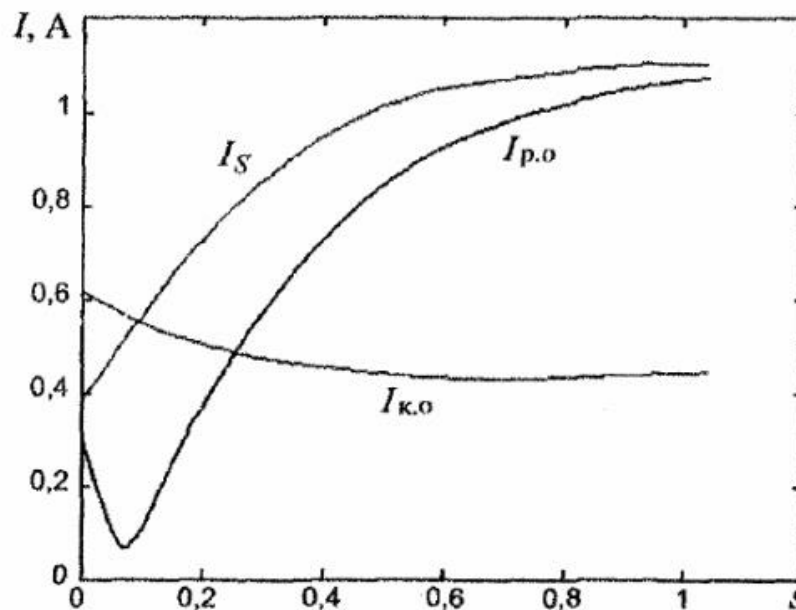


Рисунок 7. Зависимость токов конденсаторного двигателя от скольжения ($I_{p.o}$ - ток рабочей обмотки, $I_{k.o}$ - ток конденсаторной обмотки, I_s - ток двигателя)

В контексте электромобилей или портативных машин использование этого типа электропривода требует наличие инвертора тока и частотного регуляровщика. Это электронное оборудование сильно удорожает технику по сравнению с коллекторным двигателем. Само по себе электронное оборудование большой мощности стоит дорого, зачастую даже дороже самого электродвигателя.

Сейчас набирает популярность двигатели с постоянными магнитами без коллекторного узла. Распределение тока в катушках таких двигателей осуществляется посредством контроллера. Сам этот контроллер является системой управления и построен на основе автономного инвертора тока.

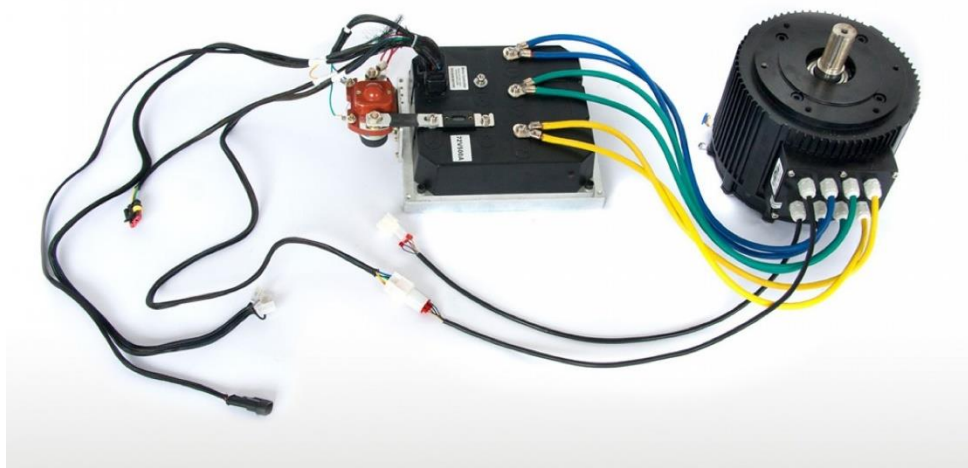


Рисунок 8. Бесщеточный двигатель с постоянными магнитами.

У такого двигателя есть масса преимуществ перед коллекторными и асинхронными двигателями, однако их стоимость в совокупности с преобразовательной техникой тоже довольно высока. Контроллер по управлению двигателем стоит не меньше трети цены самого двигателя. Ниже представлена функциональная схема работы такого двигателя вместе с контроллером.

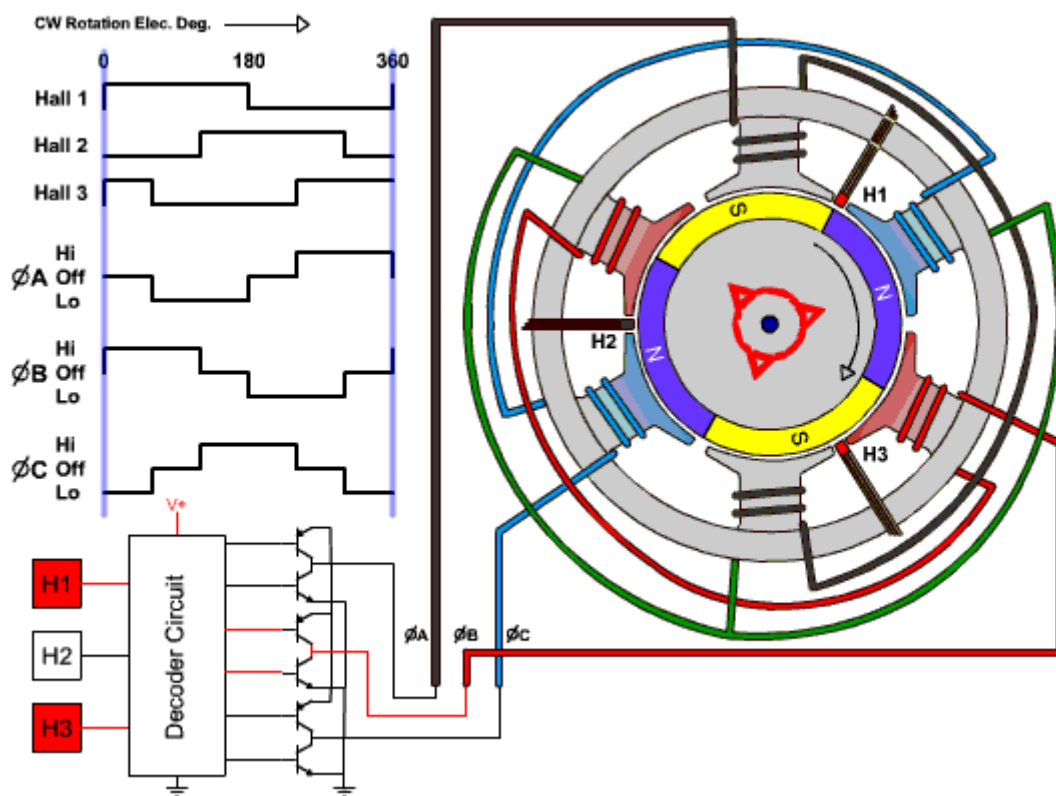


Рисунок 9. Функциональная схема работы BLDC двигателя

Как видно на картинке, в ШИМ регулировании участвуют датчики холла (H1, H2, H3). Такой принцип работы используется в большинстве двигателей бесщёточного типа. Если разрабатывать систему питания для такого привода, то нужно разрабатывать контроллер с этой функцией совокупно.

Все разновидности аккумуляторов имеют свои положительные и отрицательные характеристики, но до настоящего времени идеальную батарею не изобрели. Поэтому в каждом конкретном устройстве используются АКБ с оптимальными характеристиками. В таблице 1 показаны сравнительные характеристики аккумуляторных батарей.

Таблица 1. Характеристики аккумуляторных батарей

Характеристики	Литий-Кобальт LiCoO ₂ (LCO)	Литий-Марганец LiMn ₂ O ₄ (LMO)	Литий-Железо Фосфат LiFePO ₄ (LFP)	Литий-Марганец-Кобальт (НМК) LiNiMnCoO ₂
Напряжение	3.60V	3.80V	3.30V	3.60/3.70V
Предельное напряжение зарядки	4.20V	4.20V	3.60V	4.20V
Количество циклов заряд/разряд	500–1,000	500–1,000	1,000–2,000	1,000–2,000
Диапазон рабочих температур	Узкий	Узкий	Широкий	Широкий
Удельная емкость	150–190Wh/kg	100–135Wh/kg	90–120Wh/kg	140-180Wh/kg
Удельная мощность	1C	10C, 40C (кратковременно)	35C (постоянно)	10C

В нашем случае будет использован литий-ионный аккумулятор, как из наиболее совершенных и доступных.

Так же будет использоваться ионистр. Использование высокоэффективных DC-DC преобразователей может значительно расширить диапазон рабочих напряжений и уменьшить количество энергии, потребляемой от ионистора.



Рисунок 10. Супрконденсаторы

Само по себе использование ионистров большой емкости в системах питания электромобилей не новая технология. Например в бортовой сети автомобиля Volkswagen Tiguan встроена с завода система компенсации нагрузок с использованием конденсаторов 310 Ф

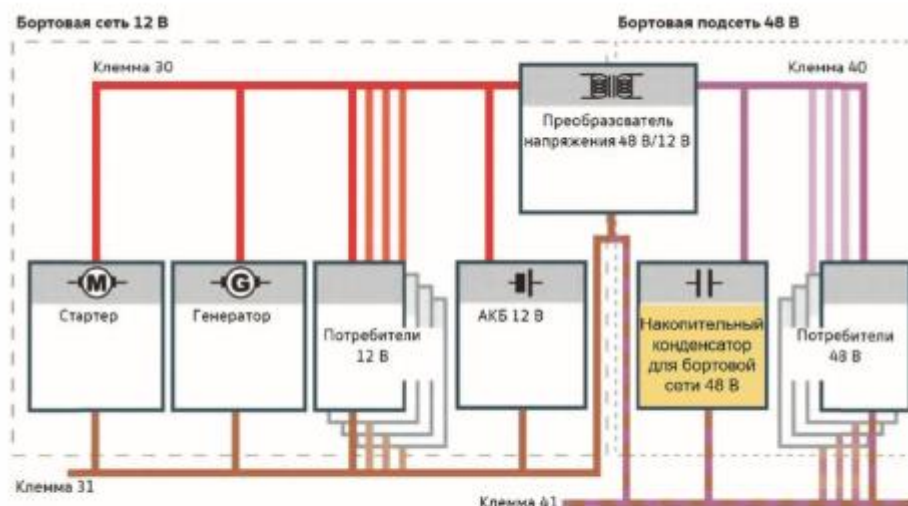


Рис. 2.11. Схема бортовой сети автомобиля Volkswagen Touareg 2019 с накопительным конденсатором

Рисунок 11. Схема работы бортовой сети Volkswagen Tiguan
Технология сглаживания скачков напряжения используется в электронике повсеместно, однако использование конденсаторов большой мощности еще не стал обыденным в автомобилестроении. Так, например, концерн Mazda создала на заказ устройство I-Eloop, являющийся регулятором напряжения с использованием супер конденсатора. Он начинает преобразовывать кинетическую энергию в электрическую, когда машина замедляется.



Рисунок 12. Суперконденсатор Mazda i-Eloop

2.2 Анализ функциональной схемы питания электромобиля

Для создания системы управления электродвигателем в режиме разгон торможение требуется распределить поток энергии от батареи до двигателя и обратно в режиме рекуперации.

Ниже представлена функциональная схема устройства управления рис 13

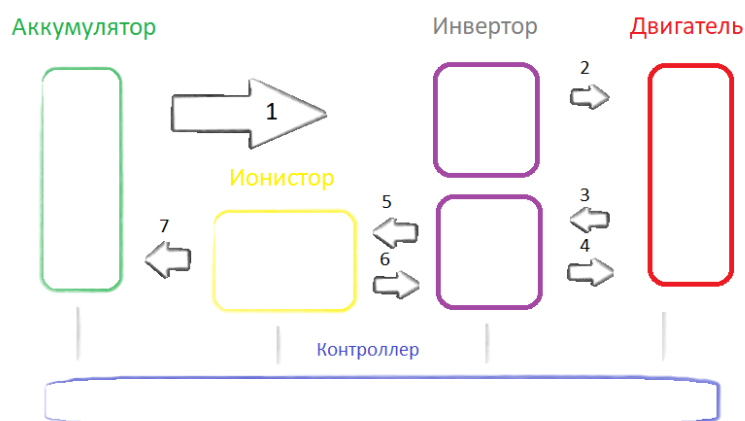


Рисунок 13. Функциональная схема управления питанием электромобиля

Если не учитывать механическую составляющую управления электромобилем, то функциональная схема будет выглядеть как прямая зависимость подачи энергии в двигатель от источника питания и наоборот. Для удобства поток энергии был пронумерован. Рассмотрим два режима работы – в режиме потребления двигателем энергии и в режиме рекуперации. Потребление двигателем энергии происходит как от аккумулятора, так и от ионистра, что и является преимуществом нашей системы. В свою очередь возврат энергии может происходить в двух направлениях – от двигателя к ионистру и от ионистра к аккумулятору. Итого выходит четыре режима работы системы управления. Рассмотрим их более детально по пути реальной работы электромобиля при разгоне и торможении:

1. Режим потребления (1 и 2) на рис.13 – энергия направляется напрямую от источника питания на двигатель. Двигатель работает как потребитель. Динамические характеристики ограничиваются механическими свойствами двигателя, электрической способностью аккумулятора отдавать энергию и свойствами транзисторов, которыми распределяется ток по катушкам двигателя. В таком режиме машина разгоняется.
2. В режиме рекуперации (3 и 5) на рис.13 – энергия переходит от двигателя к ионистру в большом объеме благодаря особенностям ионистра. Рекуперация от двигателя, в свою очередь, может проходить еще в двух режимах, которые мы рассмотрим отдельно. В таком режиме машина тормозит
3. Режим потребления от ионистра (6 и 4) на рис.13 – энергия переходит от ионистра к двигателю так же в большом объеме. Происходит режим активного разгона
4. Режим сброса энергии ионистра в аккумуляторную батарею. (7) на рис.13. В этом режиме излишки энергии после торможения переходят в аккумуляторную батарею. Машина остановилась.

2.3 Анализ структуры силовой части схемы электропитания электромобиля

Силовая часть питания электромобиля представляет собой сборку из тягового аккумулятора, каскада конденсаторов и драйвера управления двигателем. Если использовать универсальный двигатель, работающий на переменном и постоянном токе, а именно коллекторный двигатель, то драйвер управления сводится до регулировки напряжением и током. Для режима рекуперации можно использовать режим генерации электроэнергии двигателя, путем подачи на ротор двигателя независимого напряжения. Статор двигателя

будет являться основной нагрузкой. Ниже представлена силовая схема такой системы (рис.14)

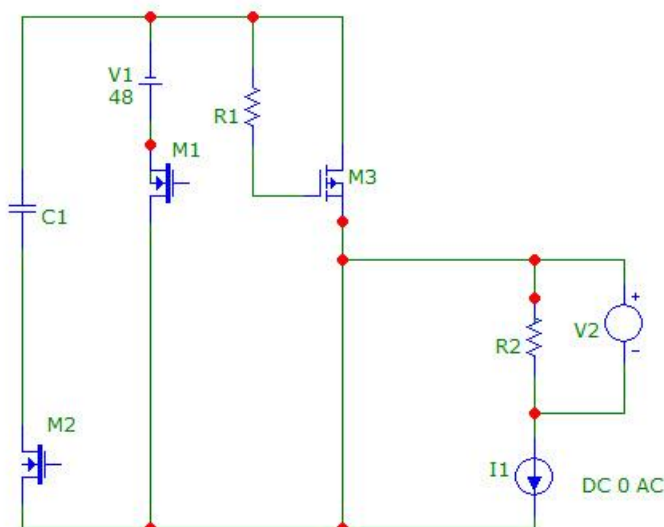


Рисунок 14. Электрическая схема системы питания коллекторного двигателя

Источником питания двигателя является литий-ионная батарея 48 вольт. (V1 на чертеже). Ионистр большой емкости C1 является второй батареей с большим запасом циклов зарядки и разрядки. В совокупности эти два элемента представляют собой систему питания, более долговечную, чем просто одна литий ионная батарея, а также такое сочетание элементов позволяет повысить тяговые характеристики двигателя при пиковых нагрузках. Порядок заряда разряда регулируется управляемыми ключами. Открытие и закрытие ключей можно регулировать как в ручном режиме, так и при помощи контроллера. Транзистор M3 является простейшим регулятором напряжения, регулируемым резистором R1. Вольтметр и амперметр в цепи показывает напряжение и ток на нагрузке R2, что является обмоткой статора коллекторного двигателя.

Трехфазный двигатель без коллекторного типа на постоянных магнитах работает как синхронная машина. Она управляется автономным инвертором. В режимах рекуперации должен участвовать другой инвертор большей мощности для форсирования в быстрых режимах.

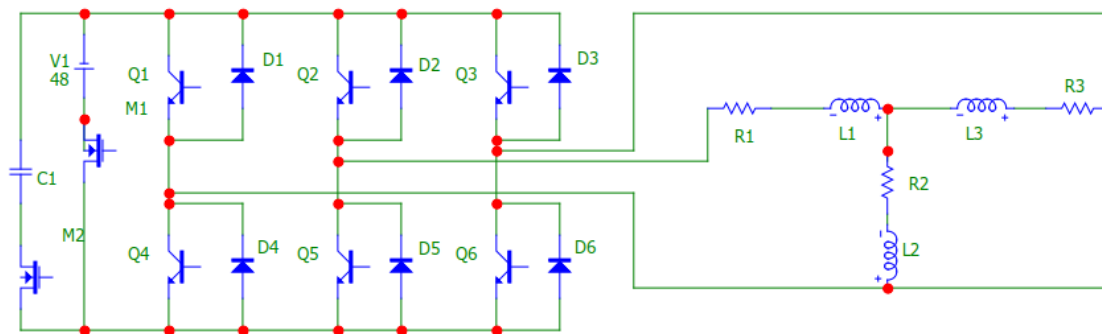


Рисунок 15. Схема автономного инвертора в режиме потребления

2.4 Обоснование изменения структуры схемы электропитания электромобиля и её элементов

На рынке управления двигателем постоянного тока существует множество контроллеров разной мощности и параметров. Можно разделить контроллеры на программируемые и не программируемые. Программируемые контроллеры позволяют провести исследование питания электромобиля в режиме разгон торможения, поэтому эта часть устройства разрабатываться не будет. Схема питания же, должна обеспечить контроллер достаточным напряжением и возможностью потребления и отдачи тока, максимально и номинального значения.

Для управления питанием требуется своя система управления. Еще один вариант функциональной схема устройства всей системы приведена на рисунке ниже.

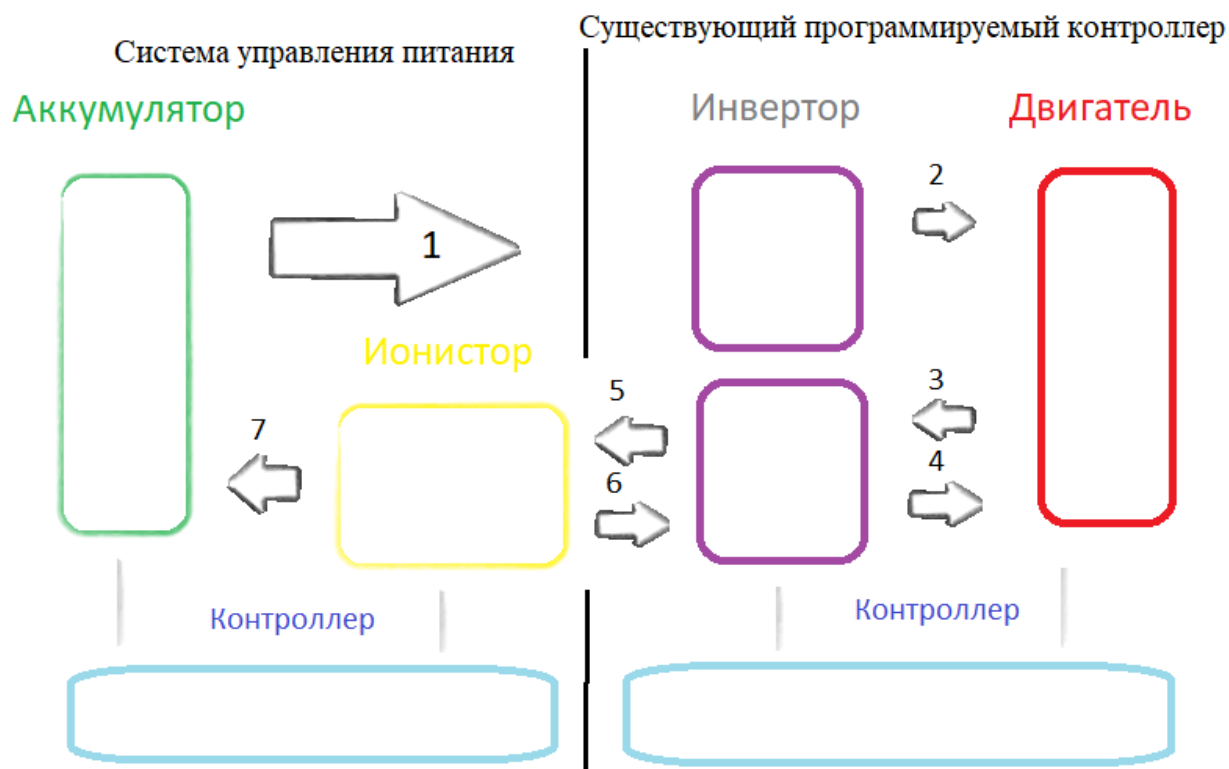


Рисунок 16. Функциональная схема управления устройством

Система управлением питанием должна быть разработана так же как система распределения заряда. Так называемые BMS в системах электротранспорта служат для распределения заряда между ячейками питания. Конструкция данных устройств приведена на рисунке ниже.

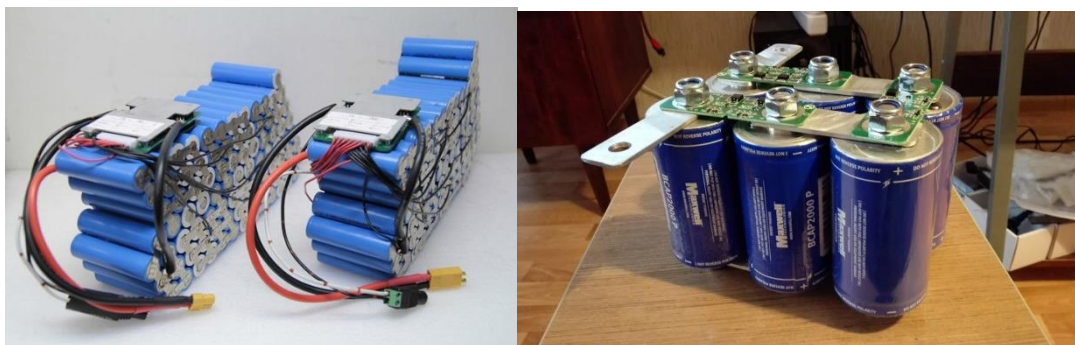


Рисунок 17. Конструкция системы питания

Схемы распределения заряда ячеек и ионистра должны работать совместно по определенному алгоритму. Для ионистров такая система распределения заряда на рисунке 18.

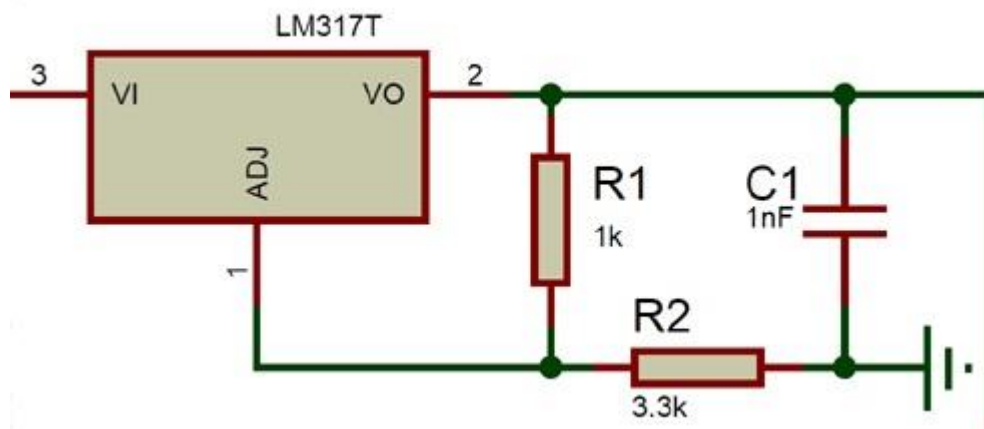


Рисунок 18. Схема зарядки конденсаторов

Данная схема балансировки построена на базе стабилизатора напряжения lm317t и должна осуществляться на каждом конденсаторе, чтобы не допустить его перезаряда.

Для заряда литий-ионных ячеек необходима подобная схема но на элементе TP4056. Схема подключения батареи представлена на рисунке ниже.

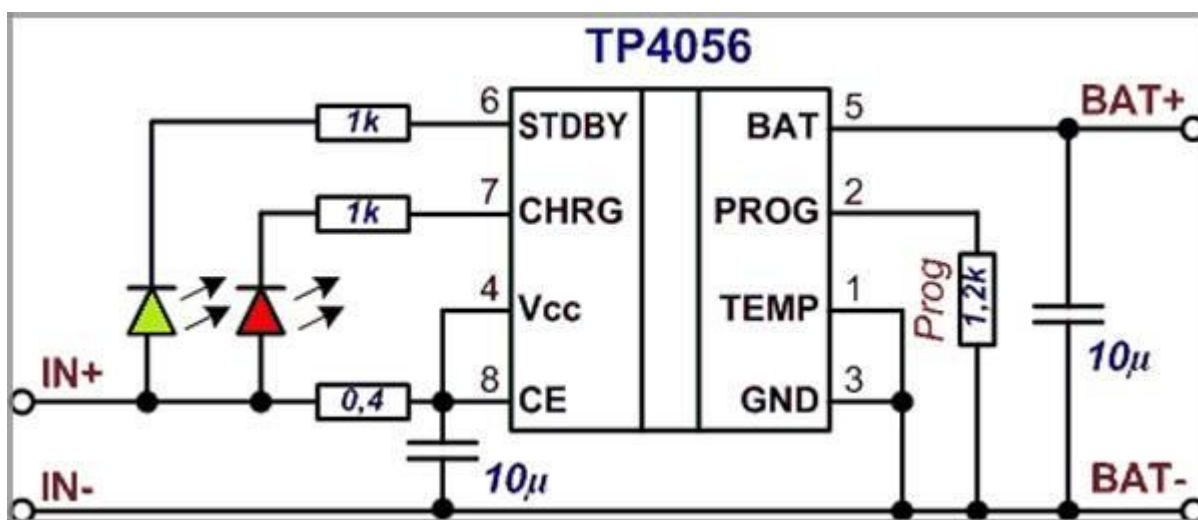


Рисунок 19. Схема балансировки литий-ионной ячейки

Для режима разгон торможения системе требуется обеспечить ток на выходе до 200А при напряжении 96 вольт. Количество ячеек должно подбираться в соответствии с этим требованием.

Для управления системой можно использовать программируемый контроллер на базе Arduino, что позволит задавать различные режимы питания системы в соответствии с режимом существующего контроллера управления электромобилем.

2.5 Разработка системы электропитания в среде Matlab

Для исследования системы питания электромобиля в режиме разгон торможение требуется смоделировать математически систему согласно силовым схемам и общей структуры системы. Математическое моделирование проводилось в программе simulink matlab.

Для режима рекуперации электроэнергии на ротор коллекторного двигателя подается независимое питание. Такая схема позволит провести испытание суперконденсатора в совокупности с основной батареей. Ниже представлена модель такой системы в Matlab (рис 2.)

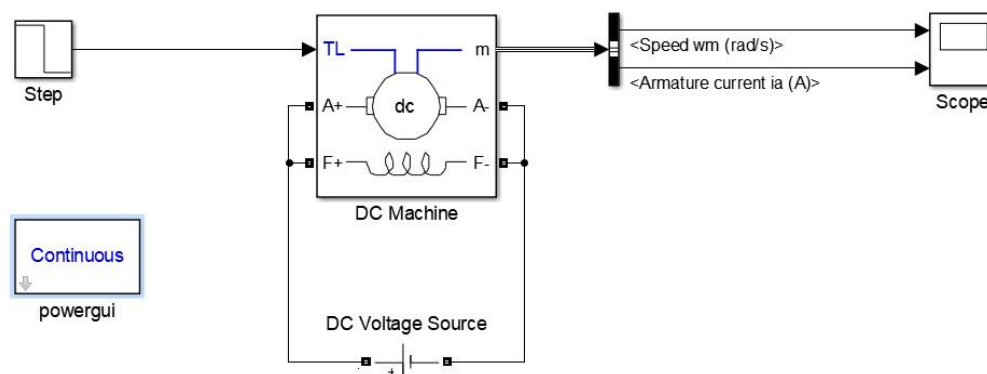


Рисунок 20. Математическая модель системы питания коллекторного двигателя.

Источник питания DC является упрощенным, однако подразумевается использование единой системы питания на базе согласованной работы суперконденсаторов и литий-ионной батареи, управляемой отдельными ключами. В Scope фиксируются обороты и ток якоря. Как видно на графике, при выставленных параметрах обороты растут, а ток якоря падает. Такая ситуация как правило закономерна в обычном режиме работы двигателя.

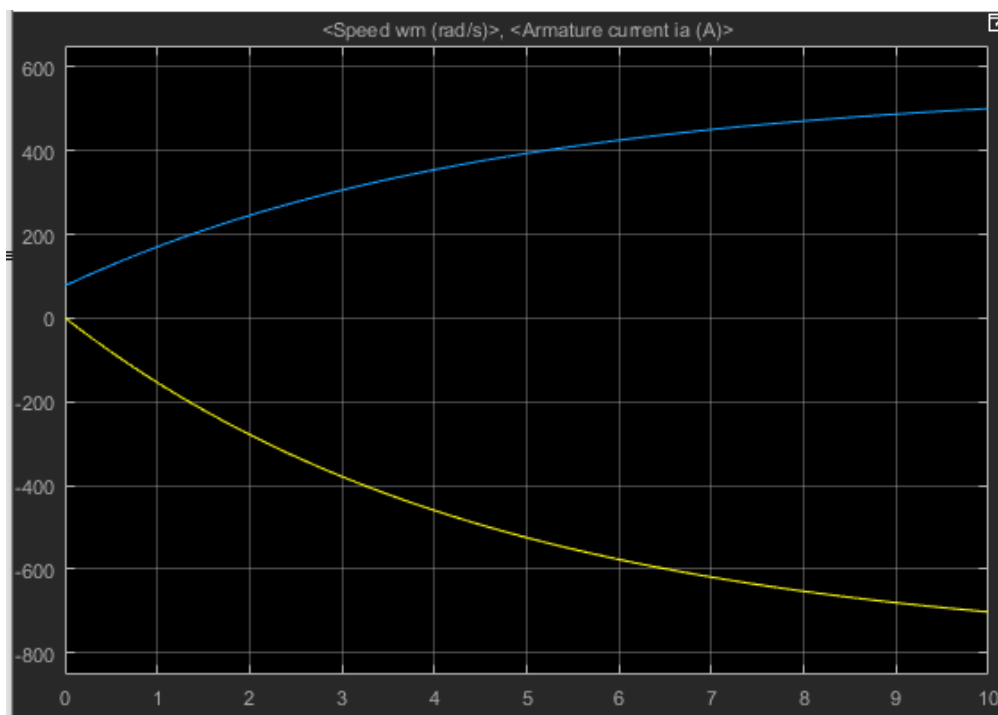


Рисунок 21. Показания тока якоря и обороты

На двигатель подается ступенчатый сигнал с блока Step. Перепад сигнала: Step time выставлен на 10 секунд, этого достаточно чтобы уместить период разгона.

Блок питания настроена на напряжение 12 вольт. Такое напряжение является экспериментальным, но оно может быть изменено.

Дальнейшее изменение модели является проектированием самого устройства, главной задачей которого является сглаживание скачков напряжения. Из этой модели нам нужно понять, какой ток выделяется на источнике питания в режиме разгон торможение.

2.6 Экспериментальная часть исследования системы питания электромобиля в режиме разгон-торможение

Для разработки устройства сглаживания скачков тока в приводе электрической машины требуется разработать экспериментальную установку. Она будет выдавать необходимые режимы для отладки устройства. Было решено переоборудовать задний мост квадроцикла Атаман 200 с бензиновым двигателем под электрический привод.



Рисунок 22. Задняя база квадроцикла

Через цепной редуктор установлен коллекторный двигатель от автомобильной лебедки на 1,3 кВт.

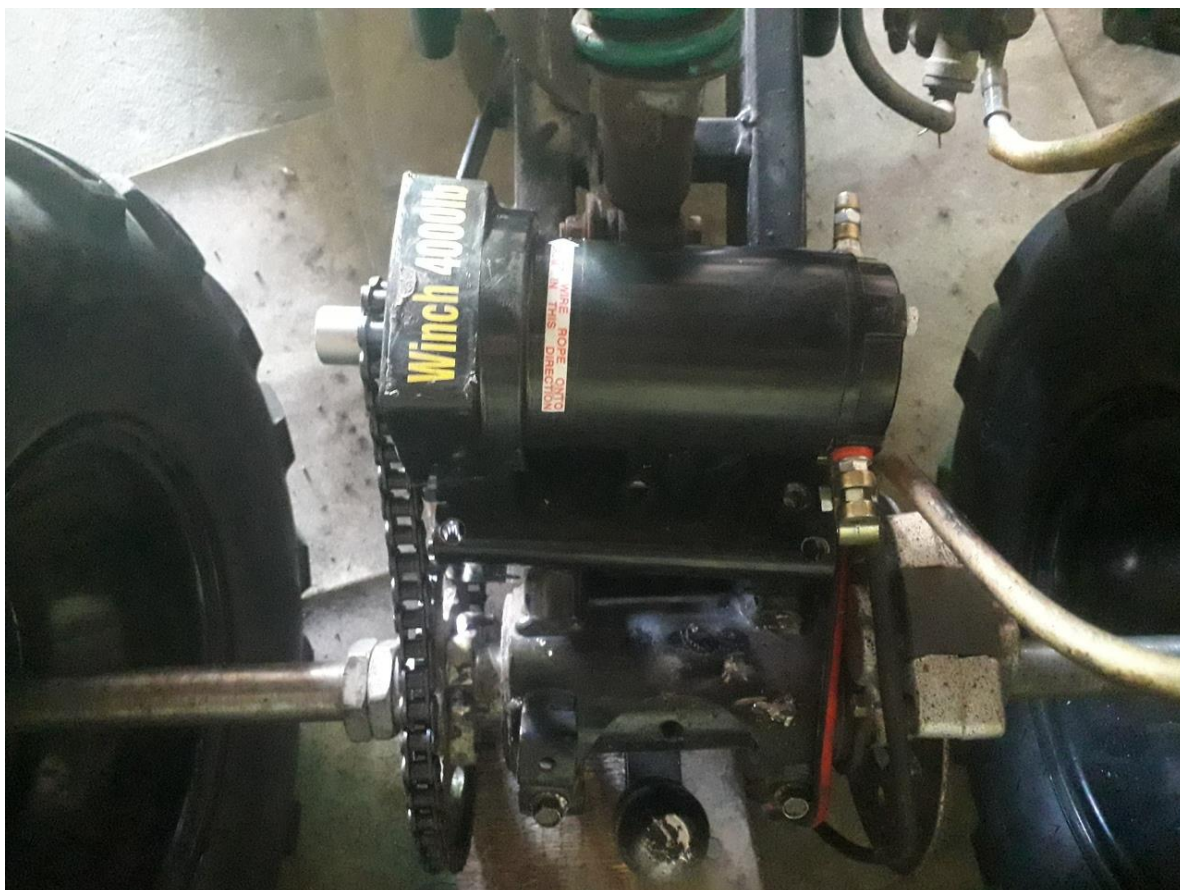


Рисунок 23. Коллекторный двигатель

При подключении привода напрямую к источнику питания двигатель оказывается под нагрузкой от колес и цепного редуктора. На рисунке видно соединение аккумулятора.



Рисунок 24. Ионистры с аккумулятором

Возникает скачек тока в обмотках статора и ротора. При отключении двигателя от источника питания на обкладках двигателя выделяется напряжение, которое может заряжать аккумуляторы. Таким образом наблюдаются рекуперативные режимы при торможении транспорта накатом.

3. Заключение

В ходе проведенного исследования систем питания электромобиля был разработан испытательный стенд для тестирования системы питания электромобилем в режиме разгон торможение. Устройство сглаживания токов в режиме разгон торможение основано на работе конденсатора большой емкости. В этом заключается основной принцип работы системы, удовлетворяющий требованиям:

1. Подача достаточного количества энергии для двигателя при пиковых нагрузках
2. Обеспечение наиболее благоприятного режима эксплуатации аккумуляторной батареи.

Ионистр имеет преимущество перед аккумулятором в количестве циклов заряда разряда. Однако самым главным его преимуществом является величина отдаваемого тока в единицу времени. В процессе старта машины и ее торможения ток может превышать допустимые параметры разряда аккумуляторов, однако конденсатор вполне справится с этим перегрузом.

Именно это свойство системы управления питанием обеспечит сохранение аккумуляторной батареи на больший срок эксплуатации при режиме разгон-торможение в городских условиях эксплуатации электротранспорта.

4. Список используемой литературы

1. Особенности и преимущества магнитной подвески [Электронный ресурс]. URL: <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/podveska/magnitnaya-podveska.html>(дата обращения: 20.05.2020)
2. Феномен подвески Bose [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kolesa.ru/article/fenomen-bose-pochemu-luchshaya-v-mire-podveska-do-sih-por-ne-stala-serijnoj>(дата обращения: 20.05.2020)
3. Электромагнитная подвеска [Электронный ресурс]. URL: <https://auto.today/bok/3108-elektromagnitnaya-podveska-kak-ona-ustroena.html>(дата обращения: 20.05.2020)
4. Автомобиль с ветряком в 2,86 раза обогнал скорость попутного ветра [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/95735/>(дата обращения: 20.05.2020)
5. Микросхемы привода бесконтактных двигателей постоянного тока [Электронный ресурс]. URL: https://www.kit-e.ru/articles/chip/2010_03_76.php(дата обращения: 20.05.2020)
6. Вентильный электропривод: шанс для российских производителей [Электронный ресурс]. URL: http://servomotors.ru/documentation/servodrive_proposal.html(дата обращения: 20.05.2020)
7. Электробайк. Контроллер двигателя своими руками [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/373397/>(дата обращения: 20.05.2020)
8. Сайты для инженеров и разработчиков [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/services/65400-sayty-dlya-inzhenerov-i-razrabotchikov-gde-mozhno-besplatno-skachat-3d-modeli>(дата обращения: 20.05.2020)
9. ТМСС160 - контроллер и драйвер бесколлекторного двигателя в одном корпусе [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=182905> (дата обращения: 20.05.2020)
10. Интегральная схема [Электронный ресурс]. URL: <https://www.trinamic.com/products/integrated-circuits/details/tmcc160-1c/> (дата обращения: 20.05.2020)
11. Программируемые контроллеры Vector [Электронный ресурс]. URL: <https://electrotransport.ru/ussr/index.php?topic=27281.0> (дата обращения: 20.05.2020)
12. Мощность и вращающий момент электродвигателя. [Электронный ресурс]. URL: https://eti.su/articles/elektricheskie-mashini/elektricheskie-mashini_1571.html (дата обращения: 20.05.2020)
13. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: НАЗНАЧЕНИЕ, МЕТОДЫ, ЭТАПЫ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nazaykin.ru/AD/effect/research/analytic.htm> (дата обращения: 20.05.2020)
14. Чем обусловлены различия между аккумуляторами и суперконденсаторами [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/397915/> (дата обращения: 20.05.2020)
15. Электродвигатели [Электронный ресурс]. URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor/> (дата обращения: 20.05.2020)
16. Электродвигатели: какие они бывают [Электронный ресурс]. URL: https://www.electromobile360.ru/p/blog-page_68.html (дата обращения: 20.05.2020)
17. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА типов 4П80, 4П100, 4П112 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.laborant.ru/eltech/01/8/4/44-98.htm> (дата обращения: 20.05.2020)
18. Управление двигателем постоянного тока [Электронный ресурс]. URL: https://www.kit-e.ru/preview/pre_2014_10_110_DCMctrl.php (дата обращения: 20.05.2020)

19. Как устроен конденсатор [Электронный ресурс]. URL:<https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-209> (дата обращения: 20.05.2020)
20. Конденсатор вместо аккумулятора [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elec.ru/articles/kondensator-vmesto-akkumulyatora/> (дата обращения: 20.05.2020)
21. Суперконденсаторы вместо аккумулятора в автомобиле [Электронный ресурс]. URL: <https://sdelaysam-svoimirukami.ru/5119-superkondensatory-vmesto-akkumuljatora-v-avtomobile.html>(дата обращения: 20.05.2020)
22. Суперконденсаторы vs аккумуляторы: почему первые эффективнее [Электронный ресурс]. URL: <https://droidnews.ru/superkondensatory-vs-akkumulyatory-pochemu-pervyye-effektivnee> (дата обращения: 20.05.2020)
23. Холодный пуск ДВС от суперконденсаторов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ultracapacitor.ru/holodniypusk/> (дата обращения: 20.05.2020)
24. Суперконденсаторы быстро заряжаются, но плотность хранения энергии в них ниже, чем в Li-ион-батареях. Новая технология может все изменить. [Электронный ресурс]. URL: <https://innovationhouse.org.ua/ru/world/superkondensator-vmesto-akkumulyatora-elektromobylya/> (дата обращения: 20.05.2020)
25. Суперконденсаторы на транспорте и в электронике: есть ли смысл и перспективы? [Электронный ресурс]. URL: <https://hype.tech/@boevoy-homyak/superkondensatory-na-transporte-i-v-elektronike-est-li-smysl-i-perspektivy-3m58fgng> (дата обращения: 20.05.2020)
26. Суперконденсаторы нового типа смогут заменить аккумуляторы [Электронный ресурс]. URL: <https://bitcryptonews.ru/news/tech/superkondensatoryi-novogo-tipa-smogut-zamenit-akkumulyatoryi> (дата обращения: 20.05.2020)
27. Суперконденсаторы вместо аккумуляторов [Электронный ресурс]. URL: <https://batteryzone.ru/accumulator/superkondensatory-vmesto-akkumuljatorov> (дата обращения: 20.05.2020)
28. Графеновые суперконденсаторы. Быстрая зарядка электромобилей и рекуперация энергии [Электронный ресурс]. URL: <https://naukatehnika.com/grafenovye-superkondensatory.html> (дата обращения: 20.05.2020)
29. Суперконденсаторы — альтернатива аккумуляторам в беспроводной периферии [Электронный ресурс]. URL: <https://compress.ru/post/20141105-supercapacitors> (дата обращения: 20.05.2020)
30. Суперконденсатор или Гибридный Аккумулятор в авто [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/l/8923383/> (дата обращения: 20.05.2020)
31. Electric motor [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_motor (дата обращения: 03.07.2020)
32. An Electric Motor That Works in Any Classic Car [Электронный ресурс]. URL: <https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/advanced-cars/an-electric-motor-that-works-in-any-classic-car> (дата обращения: 03.07.2020)
33. How an electric motor works in a car [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electricmotorengineering.com/an-electric-motor-works-car/> (дата обращения: 03.07.2020)
34. Induction Motors [Электронный ресурс]. URL: <https://www.britannica.com/technology/electric-motor> (дата обращения: 03.07.2020)
35. The Secrets of Electric Cars and Their Motors: It's Not All About the Battery, Folks [Электронный ресурс]. URL: <https://www.thedrive.com/tech/17505/the-secrets-of-electric-cars-and-their-motors-its-not-all-about-the-battery-folks> (дата обращения: 03.07.2020)

Приложение А

ELECTRIC POWERTRAIN

EV2.1

Моторы

EV 2.1.1

Допускаются только электродвигатели.

EV 2.1.2

Навесное оборудование двигателя должно соответствовать [Т 10](#).

EV 2.1.3

Кожухи двигателя должны соответствовать [Т 7.3](#).

EV2.1.4

Двигатель (и) должен быть подключен к аккумулятору через контроллер двигателя.

EV 2.2

Ограничение мощности

EV 2.2.1

Мощность [ТС](#) на выходе аккумуляторного контейнера ТС не должна превышать 80 кВт.

EV 2.2.2

Регенерация энергии разрешена и неограничена.

EV 2.2.3

Колеса не должны вращаться в обратном направлении.

Общие требования EV3

EV 2.3

APPS / Проверка достоверности педали тормоза

EV 2.3.1

[Заданный](#) крутящий момент двигателя должен составлять 0 Нм при резком торможении, см. [Т 11.6.5](#), и APPS, см.

[Т 11.8](#) сигнализирует ход педали, эквивалентный $\geq 25\%$ желаемого крутящего момента двигателя или ≥ 5 кВт, в зависимости от того, что ниже, в то же время более 500 мс.

EV2.3.2

Заданный крутящий момент двигателя должен оставаться на уровне 0 Нм, пока [APPS не подаст](#) сигнал менее 5%.

ход педали и 0 Нм требуемого крутящего момента двигателя, независимо от того, все еще включены тормоза или не.

EV3

GENERAL REQUIREMENTS

EV3.1

заземления

EV3.1.1

Электропроводящие детали автомобиля (например, стальные, (анодированные) алюминий, любые другие металлические детали и т. д.)

- в пределах 100 мм от любого компонента [TS](#)
- точки крепления ремня безопасности водителя
- точки крепления сиденья

должно иметь сопротивление ниже 300 мОм (измеряется при токе 1 А) по отношению к заземлению [LVS](#).

EV3.1.2

Части транспортного средства, которые могут стать электропроводящими (например, полностью покрытый металлом)

детали, детали из углеродного волокна и т. д.) в пределах 100 мм от любого компонента [TS](#) должны иметь сопротивление

ниже 5 Ω к земле [LVS](#).

EV3.1.3

Вращающаяся часть колес не нуждается в заземлении.

EV 3.2

Защита от сверхтока

EV 3.2.1

Все электрические системы должны иметь соответствующую защиту от перегрузки по току.

EV3.2.2

Номинальный ток непрерывной защиты от перегрузки по току не должен превышать постоянный ток номинального любого электрического компонента, например, провода, шины или другие проводник, который защищает.

То есть, если для передачи токов параллельно используются несколько контактов разъема, каждый контакт должен быть соответственно защищены.

EV 3.2.3

Все используемые предохранители должны иметь номинальный ток прерывания, который выше теоретического короткого замыкания ток цепи системы, которую он защищает.

EV3.2.4

Все устройства защиты от перегрузки по току должны быть рассчитаны на самое высокое напряжение в системах, которые они защитить. Все используемые устройства должны быть рассчитаны на постоянный ток.

EV3.2.5

Все устройства защиты от перегрузки по току, которые являются частью [TS](#), не должны полагаться на программируемые логика. Функция защиты от перегрузки по току неизменного имеющегося в продаже двигателя контроллеры / инверторы для выходов двигателя могут полагаться на программируемую логику.

EV 3.2.6

Защита от перегрузки по току должна быть рассчитана на ожидаемый диапазон температуры окружающей среды

но , по крайней мере , при 0 ° C до 85 ° C

Тяговая система EV4 (TS)

EV3.2.7

В [TS](#) высокого пути тока через аккумулятор (ы) должны быть слиты.

EV4

Т теля Тяговая S YSTEM (TS)

EV 4.1

общие требования

EV4.1.1

Максимально допустимое напряжение, которое может возникнуть между любыми двумя электрическими соединениями, составляет

600 В пост. Тока и для контроллеров / инверторов двигателя внутренние управляющие сигналы малой мощности 630 В пост.

EV4.1.2

Все компоненты в [TS](#) должны быть рассчитаны на максимальное напряжение TS.

Область [TS](#) печатной платы, см. EV4.3.5, рассматривается как один компонент. Каждый вход подключен к [TS](#) должны быть рассчитаны на максимальное напряжение TS.

EV4.1.3

Все компоненты должны быть рассчитаны на максимально возможную температуру, которая может возникнуть

во время использования.

EV 4.2

Системные корпуса [TS](#)

EV4.2.1

Каждый корпус или корпус, содержащий части системы [TS](#) , должен иметь маркировку (а) стикер (ы) разумного размера в соответствии с «ISO 7010-W012» (треугольник с черной молнией болт на желтом фоне). Наклейка также должна содержать текст «Высокое напряжение», если напряжение более 60 В постоянного тока или 25 В переменного тока.

EV 4.3

Разделение системы тяги и заземленной системы низкого напряжения

EV 4.3.1

Весь [TS](#) и LVS должны быть гальванически развязаны, см. EV 1.2.1 и IN 4.1.1.

EV4.3.2

Цепи [TS](#) и LVS должны быть физически разделены, чтобы они не проходили через тот же кабелепровод или разъем, за исключением соединений цепи блокировки.

EV 4.3.3

Если в корпусе присутствуют как TS, так и LVS, они должны быть разделены изолирующим барьером из влагостойких, признанных UL или эквивалентных изоляционных материалов, рассчитаны для 150 °C или выше (например, электроизоляция на основе Nomex), или поддерживать следующее расстояние через воздух или над поверхностью (аналогично определенным в UL1741):

вольтаж

Разнос

$U < 100$ В пост.

10 мм

100 В постоянного тока $< U < 200$ В постоянного тока

20 мм

$U > 200$ В постоянного тока

30 мм

EV4.3.4

Компоненты и кабели, способные к движению, должны быть строго ограничены для поддержания Расстояние между.

EV4.3.5

Если [TS](#) и LVS находятся на одной плате, они должны находиться в отдельных четко определенных областях

в соответствии с требованиями, указанными в таблице [5](#), каждая зона четко обозначена "TS" или «LV». Контур области, необходимой для разнесения, должен быть отмечен.

«Конформное покрытие» относится к изоляционному покрытию, паяный резист не является покрытием. Если

используются интегральные схемы, такие как оптопары, которые рассчитаны на соответствующий максимум

Тяговая система EV4 (TS)

вольтаж

Над поверхностью

Через воздух

(Вырезать на доске)

Защитное покрытие

0 В постоянного тока до 50 В постоянного тока

1,6 мм

1,6 мм

1,0 мм

50 В постоянного тока до 150 В постоянного тока

6,4 мм

3,2 мм

2,0 мм

150 В постоянного тока до 300 В постоянного тока

9,5 мм

6,4 мм

3,0 мм

300 В постоянного тока до 600 В постоянного тока

12,7 мм

9,5 мм

4,0 мм

Таблица 5: Необходимое расстояние между [TS](#) и LV.

Напряжение [TS](#), см. EV1.2.1, но не соответствует требуемому интервалу, тогда они все еще могут использоваться

и данное расстояние не относится к этой интегральной схеме.

EV4.3.6

Команды должны быть готовы продемонстрировать интервалы на оборудовании, построенном командой. Для недоступных схема, полностью собранные запасные платы должны быть в наличии.

EV4.3.7

Все соединения компонента [TS](#) с внешними устройствами, такими как ноутбуки, должны включать гальваническая развязка, см. [EV 1.2.1](#).

EV 4.4

Расположение частей тяговых систем

EV4.4.1

За исключением того, что разрешено в соответствии с [EV4.4.3](#), все части, принадлежащие [TS](#), включая кабели и проводку, должен быть расположен в защитной оболочке от опрокидывания, см. [T1.1.14](#). «Часть» - это целое устройство, такое как полный HVD.

EV4.4.2

Любая часть [TS](#), которая находится на [высоте](#) менее 350 мм над землей, должна быть экранирована сбоку или столкновения сзади удара по конструкции в соответствии с [T3.15](#). ТС проводка спереди спереди ролл обруч может альтернативно быть экранированы от передней опорной конструкции в соответствии с переборки

[T3.14](#).

EV 4.4.3

Подвесные моторы разрешены только в том случае, если

- добавлена блокировка, так что цепь отключения, см. [EV6](#), размыкается, если TS повреждена проводка
- размыкание цепи отключения происходит до выхода из строя проводки [TC](#)
- Проводка [TS](#) не сможет достичь отверстия кабины или водителя, независимо от того, где это ломает
- проводка вне защитной оболочки от опрокидывания, см. Минимальную длину [T1.1.14](#)
- проводка за пределы структуры ударной или передней опорной конструкции переборки, см [E.B. 4.4.2](#), минимальная длина
- Минимальная длина - это кратчайшее расстояние плюс дополнительная проводка, вызванная радиусом изгиба.

EV4.4.4

При виде сбоку или спереди ни одна часть [TC](#) не должна выступать ниже нижней поверхности шасси.

EV 4.4.5

Для аккумуляторов [TS](#) применяются дополнительные правила, см. EV 5.4.

Тяговая система EV4 (TS)

EV 4.5

Изоляция тяговых систем, проводка и кабелепровод

EV4.5.1

Все токоведущие части [TC](#) должны быть защищены от прикосновения. Это должно включать команду члены, работающие на или внутри автомобиля. Это проверено с длиной 100 мм, диаметром 6 мм изолированный измерительный щуп, когда кожухи [TS](#) находятся на месте.

EV4.5.2

Изоляционный материал, который соответствует ожидаемой температуре окружающей среды и номинальной для максимального напряжения TS должны быть использованы. Использование только изоленды или резиноподобной краски для изоляции запрещено.

EV4.5.3

Температура для проводки, соединений и изоляции [TS](#) должна быть не менее 85 ° C.

EV4.5.4

Компоненты и контейнеры [TS](#) должны быть защищены от влаги в виде дождя или лужи, см. в [9](#).

EV4.5.5

Все провода [TS](#) должны быть промаркированы с помощью датчика, температуры и напряжения изоляции. рейтинг или серийный номер / норма напечатаны на проводе, если четко привязаны к характеристикам провода например, по паспорту.

EV4.5.6

Вся проводка [TS](#) должна быть выполнена в соответствии с профессиональными стандартами с соответствующими размерами воздухопроводы и клеммы и с адекватной разгрузкой от натяжения и защитой от ослабления из-за вибрация и т. д.

EV4.5.7

Проводка [TS](#) должна быть расположена таким образом, чтобы не было возможности ее зацепить или повредить.

EV4.5.8

Вся проводка [TS](#), которая проходит вне корпусов TS, должна

- быть заключенным в отдельный оранжевый непроводящий канал или использовать оранжевый экранированный кабель.

Трубопровод должен быть надежно закреплен на транспортном средстве, но не на проводе, по крайней мере, на каждом конце.

- быть надежно закрепленными, по крайней мере, на каждом конце, чтобы оно могло выдерживать усилие 200 Н

без натяжения обжима конца кабеля.

Кузовных работ недостаточно для удовлетворения этого требования к корпусу.

EV 4.5.9

Любой экранированный кабель должен быть заземлен.

EV4.5.10 Каждый TS разъем снаружи корпуса должен включать в себя контрольную линию / линию блокировки,

часть цепи отключения. Корпуса, используемые только для избежания блокировок, запрещены.

EV4.5.11 Все соединения TS должны быть спроектированы так, чтобы они использовали преднамеренные пути тока через

проводники, такие как медь или алюминий, и не должны полагаться на стальные болты в качестве основного

проводник.

EV4.5.12 Все TS соединения не должны включать сжимаемый материал, такой как пластик, в штабеле или как крепеж. FR-4 разрешен.

EV4.5.13 Все электрические соединения, включая болты, гайки и другие крепежные элементы, в сильном токе

путь [TS](#) должен быть защищен от непреднамеренного расшатывания с помощью принудительной блокировки

механизмы, которые подходят для высоких температур, см. [T10.2](#).

Компоненты, например, инверторы, сертифицированные для автомобильного использования, могут быть разрешены без положительного

функция блокировки, если соединения выполнены в соответствии с рекомендациями производителя и положительная блокировка невозможна.

EV4.5.14 Команды должны быть готовы продемонстрировать положительную блокировку. Для недоступных соединений,

соответствующие фотографии должны быть доступны.

Тяговая система EV4 (TS)

EV 4.5.15 Паяные соединения в тракте с высоким током допускаются только в том случае, если выполняются все следующие условия:

- соединения на [печатных платах](#)
- подключенные устройства не являются ячейками или проводами
- устройства дополнительно механически защищены от ослабления

EV 4.6

Регистратор данных

EV4.6.1

Должностные лица предоставят откалиброванный регистратор данных и должны быть вставлены во время конкуренция. Регистратор данных измеряет [TS](#) напряжение и ток TS.

EV 4.6.2

Регистратор данных должен находиться в легко доступном месте, чтобы можно было вставлять, удалять или заменить его в течение 15 минут в состоянии готовности к гонке.

EV4.6.3

Регистратор данных не должен быть размещен в контейнере аккумулятора.

EV4.6.4

Весь текущий подавающий [TS](#) должен проходить через регистратор данных. Регистратор данных должен быть

вставлен в отрицательную подачу [TS](#) между самым отрицательным ВОЗДУХОМ и инверторами.

EV 4.6.5

Соединение [датчика](#) напряжения [TS](#) регистратора данных должно быть подключено напрямую, см. T 1.3.1,

к наиболее позитивным [ВОЗДУХАМ](#) на стороне транспортного средства.

EV 4.6.6

Регистратор данных должен поставляться напрямую, см. [Т 1.3. 1](#), от LVMS.

EV4.6.7

Спецификация регистратора данных будет доступна на сайте конкурса.

EV 4.7

Точка измерения системы тяги (ТСМП)

EV 4.7.1

Два [TSMP должны](#) быть установлены непосредственно рядом с главными коммутаторами, см. EV 6.2.

EV4.7.2

В [TSMPs должны](#) быть непосредственно подключено, см T1.3.1, чтобы конденсаторы промежуточного контура

даже если [HVD](#) был открыт или аккумулятор TS отключен.

EV 4.7.3

Необходимо использовать банановые домкраты 4 мм, рассчитанные на 1000 В CAT III или выше.

EV4.7.4

В [TSMPs](#) должны быть помечены «TS +» и «TS - » и исключительно смонтированный на оранжевом бэк-земля.

EV 4.7.5

В [TSMPs должен](#) быть защищен непроводящим корпусом , который может быть открыт без использования инструментов.

Корпус всегда должен быть механически связан с автомобилем.

EV4.7.6

Каждый [TSMP должен](#) быть защищен токоограничивающим резистором в соответствии со следующей таблицей.

Расплавление [TSMPs это](#) запрещено. Номинальная мощность резисторов должна выбираться так, чтобы они

способны непрерывно проводить ток, если оба [TSMP](#) короткозамкнуты.

Максимальное напряжение TS

Значение резистора

$U_{max} < 200$ В постоянного тока

5 кОм

200 В пост. Тока $< U_{max} \leq 400$ В пост. Тока 10 кОм

400 В пост. Тока $< U_{max} \leq 600$ В пост. Тока 15 кОм

EV4.7.7

Все электрические соединения, необходимые для [TSMP](#), включая болты, гайки и другие крепежные детали, должны

быть защищенным от непреднамеренного ослабления с помощью механизмов принудительной блокировки.

Тяговая система EV4 (TS)

EV 4.7.8

Рядом с [TSMP](#) должна быть установлена точка наземного измерения LVS. 4 мм черный окутанный Банановый разъем должен быть подключен к заземлению [LVS](#) и должен иметь маркировку «GND».

EV 4.8

Отключение высокого напряжения (HVD)

EV 4.8.1

Должна быть обеспечена возможность отключиться по крайней мере один полюс [в](#) аккумуляторе TS, быстро удаляя

беспрепятственный и непосредственно доступный элемент, предохранитель или разъем. Должно быть возможно

отсоедините [HVD](#), не снимая кузова. HVD должно быть выше 350 мм

с земли и хорошо виден, когда стоит позади автомобиля. Дистанционное управление

[HVD](#) через длинную ручку, веревки или проволоки не допускается.

EV4.8.2

Неподготовленный человек должен иметь возможность удалить [ОВЗ в](#) течение 10 с, когда автомобиль находится в

состояние, готовое к гонке.

EV4.8.3

Для восстановления изоляции системы может потребоваться [заглушка](#) или аналогичный разъем, см. [EV4.5](#).

Фиктивный разъем должен быть прикреплен к нажимной планке, см. [T13.1, если он](#) не используется.

EV 4.8.4

[HVD](#) должен быть четко обозначен «HVD».

EV 4.8.5

Для открытия [HVD](#) не требуется никаких инструментов. Требуется блокировка, см. EV 4.5.10.

EV 4.9

Разрядная цепь

EV 4.9.1

Если разрядная цепь требуется для соответствия [EV 6.1 .5](#), она должна быть рассчитана на максимальное Напряжение [TS](#) постоянно.

После трех последующих разрядов в течение 15 с, время разряда, указанное в [EV 6.1.5](#) может быть превышено. Полная функциональность разрядки должна быть предоставлена через разумное время с

деактивированная разрядная цепь.

EV4.9.2

Разрядная цепь должна быть подключена таким образом, чтобы она всегда была активна при отключении цепь разомкнута. Кроме того, разрядная цепь должна быть отказоустойчивой, чтобы она все еще разряжалась

конденсаторы промежуточной цепи, если [HVD](#) был открыт или аккумулятор TS отсоединен.

EV4.9.3

Заплавление разряда в главном токовом тракте запрещено.

EV 4.10

Тяговая система Active Light (TSAL)

EV4.10.1 Транспортные средства должны включать один [TSAL](#), который должен указывать статус TS. TSAL должен

не выполнять никаких других функций. Допускается использование [TSAL](#) с несколькими светодиодами в одном корпусе.

EV4.10.2 для TS [является](#) активным при выполнении любого из следующих условий:

- Реле изоляции аккумулятора замкнуто.
- Реле предварительной зарядки, см. [EV5.7.2](#), замкнуто.
- Напряжение вне аккумуляторного контейнера (ов) превышает 60 В постоянного тока или 25 В переменного тока [Root Средняя площадь \(RMS\)](#).

EV4.10.3 для TS [является](#) деактивируется, когда все из следующих условий:

- Все реле изоляции аккумулятора разомкнуты.

Тяговая система EV4 (TS)

- Реле предварительной зарядки, см. [EV5.7.2](#), разомкнуто.
- Напряжение вне аккумуляторного контейнера (ов) не превышает 60 В постоянного тока или 25 В переменного тока.

[RMS](#).

EV4.10.4 Упомянутые состояния реле (открыто / закрыто) являются фактическими механическими состояниями.

Механическое состояние может отличаться от преднамеренного состояния, т.е. если реле застряло. Любая схема

обнаружение механического состояния должно соответствовать [EV 5.6.2](#).

EV 4.10.5 Сам [TSAL](#) должен:

- быть красного цвета и непрерывно мигать с частотой от 2 Гц до 5 Гц, если и только если [TS](#) активен, см. EV4.10.2, и LVS включен.
- Будьте зеленого цвета и постоянно светиться, если и только если [TS](#) отключен, см. [EV 4.10.3](#), и LVS включен.

EV 4.10.6. [TSAL](#) должен:

- Находиться ниже самой высокой точки основного палец, включая крепеж в защитной оболочке от опрокидывания, см. [T 1.1.14](#).
- Быть не ниже 150 мм от самой высокой точки основного облуча.
- Не иметь возможности связаться со шлемом водителя ни при каких обстоятельствах.

EV4.10.7 Вся освещенная поверхность [TSAL должна](#) быть четко видна:

- За исключением небольших углов, которые заблокированы основным обручем.
- от точки 1,60 м вертикально от уровня земли, в пределах 3 м от

Цел.

- Под прямыми солнечными лучами.

EV4.10.8 TSAL и все необходимые схемы должны быть проводной электроникой. Программное управление не разрешенный.

EV4.10.9 Зеленый индикатор в кабине, который хорошо виден даже при ярком солнечном свете и отчетливо

пометка «TS off» должна гореть, если TS деактивирован, см. EV4.10.3.

EV 4.10.10 Сигналы, влияющие на TSAL и индикатор согласно EV 4.10.9, являются СКС, см. Т 11.9.

Безопасное состояние для TSAL определяется как TSAL без подсветки. TSAL имеет активный индикация отсутствия сбоев (непрерывное зеленое освещение) и, следовательно, не должно быть горит для видимой проверки, см. Т 11.9.5.

EV4.10.11. TSAL должен быть спроектирован так, чтобы одна точка отказа в пределах схемы TSAL не была

показать активированный TS как деактивированный TS согласно EV4.10.5

EV 4.10.12 Схема, определяющая условия реле, упомянутые в EV 4.10.2 и EV 4.10.3, не необходимо обнаруживать обрыв цепи, когда преднамеренное состояние реле разомкнуто. Напряжение цепь обнаружения не должна обнаруживать обрыв цепи, если напряжение отсутствует.

EV4.10.13 Напряжение вне аккумулятора TS должно, по крайней мере, измеряться независимо

- через конденсаторы звена постоянного тока в каждом корпусе с конденсаторами звена постоянного тока
- на стороне транспортного средства реле изоляции аккумулятора (AIR) внутри аккумулятора контейнер

EV5 Тяговая система накопления энергии

Если между независимыми измерениями напряжения существует какая-либо неправдоподобность, безопасное состояние

должны быть введены независимо от состояния реле.

EV4.10.14 Если аккумуляторный контейнер TS снят с транспортного средства, должно использоваться устройство, которое

логически заменяет детали TSAL внутри аккумуляторного контейнера. Это не должно быть механическим возможно электрическое соединение контейнера аккумулятора TS с транспортным средством, когда это Устройство на месте.

EV 4.11

Активация Тяговой Системы

EV 4.11.1 Водитель должен иметь возможность активировать и деактивировать TS, см. EV 4.10.2 и EV 4.10.3 от

в кабине без посторонней помощи.

EV4.11.2 [только DV] ASR должен иметь возможность активировать TS, см. EV 4.10.2, снаружи транспортного средства

с внешней кнопкой активации TS в непосредственной близости от TSMS

EV4.11.3 Замыкание цепи отключения любой частью, определенной в EV6.1.2, не должно (повторно) активировать TS.

Требуются дополнительные действия.

EV4.11.4 [только DV] Автономная система не должна быть в состоянии (повторно) активировать TS.

EV4.11.5 Транспортное средство готово к вождению, как только мотор (ы) отреагирует на вход APPS.

EV4.11.6 После TS был активирован, дополнительные действия должны быть необходимы водителем , чтобы установить уровень

автомобиль в режиме готовности к вождению (например, нажатием специальной кнопки запуска). Переход к

режим готовности к вождению возможен только при включении механических тормозов и одновременное выделенное дополнительное действие.

EV4.11.7 Режим готовности к вождению должен быть немедленно отключен при размыкании цепи отключения.

EV 4.12

Готовый к движению звук

EV4.12.1 Транспортное средство должно издавать характерный звук непрерывно не менее одной секунды и

максимум три секунды, когда он входит в режим готовности к вождению.

EV 4.12.2 Уровень звука должен быть минимум 80 дБА и максимум 90 дБА, быстрое взвешивание. Уровень звука будет измеряться микрофоном со свободным полем, свободным от препятствий в радиусе 2 м вокруг автомобиля.

EV4.12.3 Используемый звук должен быть легко узнаваемым. Нет звуки животных, части песни или звуки, которые может быть истолковано как оскорбление будет принято.

EV4.12.4 Транспортное средство не должно издавать никаких других звуков, похожих на звук готовности к вождению.

EV5

Т теля Тяговая S YSTEM E NERGY S TORAGE

EV5.1

Определения

EV 5.1.1

Ячейка - аккумуляторная батарея или суперконденсатор.

EV5.1.2

Энергия элемента - максимальное напряжение элемента, умноженное на номинальную емкость используемого элемента.

EV5 Тяговая система накопления энергии

EV5.1.3

Аккумулятор [ТС](#) - все ячейки, в которых хранится электрическая энергия, используемая ТС в целом.

EV5.1.4

[TS](#) Accumulator Container - сам контейнер, в котором находится аккумулятор TS.

EV 5.1.5

Сегменты Аккумулятора [ТС](#) - подразделения Аккумулятора ТС.

EV 5.2

Разрешенные ячейки тяговых систем

EV5.2.1

Разрешены все типы ячеек, кроме расплавленной соли и тепловых батарей.

EV 5.2.2

Топливные элементы запрещены.

EV 5.3

Аккумуляторная система тяговых систем - общие требования

EV5.3.1

Все ячейки, которые хранят энергию [TS](#), должны быть заключены в аккумуляторный контейнер (ы).

EV5.3.2

Каждый сегмент аккумулятора [TS](#) не должен превышать максимальное статическое напряжение 120 В пост.

максимальная энергия 6 МДж, см. [EV 5.1.2](#), и максимальная масса 12 кг.

EV5.3.3

Если используются запасные аккумуляторы [TS](#), они должны быть того же размера, веса и типа, что и которые заменены.

EV 5.3.4

Запасные элементы должны храниться в электрически изолированном контейнере из огнезащитного материала,

см. [T1.2.1](#). Контейнер должен быть маркирован в соответствии с EV5.3.8.

EV5.3.5

Запасные аккумуляторы и запасные элементы должны быть представлены при техническом осмотре.

EV5.3.6

Должна быть предусмотрена возможность открыть аккумуляторный контейнер [TS](#) для технического осмотра.

EV5.3.7

Каждый аккумуляторный контейнер [TS](#) должен быть съемным с автомобиля, оставаясь при этом Соответствие правилам без необходимости установки дополнительных компонентов. Разъем или аналогичный разъем

может использоваться для восстановления изоляции системы, см. [EV4.5](#).

EV5.3.8

Номер автомобиля, название университета и номера телефонов [ESO](#) должны отображаться и написано римскими символами без засечек высотой не менее 20 мм на крышке каждого [TS](#)

аккумуляторный контейнер. Символы должны быть четко видны и размещены на высоком контрасте фон.

EV 5.4

Тяговая система накопления энергии - электрическая конфигурация

EV5.4.1

Если аккумуляторный контейнер [TS](#) изготовлен из электропроводящего материала, изоляционный барьер должен быть надлежащим образом защищен от проводящих проникновений.

EV5.4.2

Каждый аккумуляторный контейнер [TS](#) должен содержать как минимум один предохранитель и как минимум два AIR, см.

[EV 5.6](#) и [EV 3.2.7](#).

EV5.4.3

[LVS](#) не должен быть включен в аккумуляторный контейнер [TS](#), кроме случаев, когда это необходимо.

Исключение составляют [AIR](#), преобразователи постоянного тока в постоянный ток, система управления аккумуляторами.

[\(AMS\)](#), устройство контроля изоляции (IMD), части [TSAL](#) и вентиляторы охлаждения.

EV5.4.4

Штекеры для технического обслуживания должны обеспечивать электрическое разделение всех сегментов аккумулятора [TS](#), см.

[EV5.3.2](#). Разделение должно затрагивать оба полюса всех сегментов, включая первый и последний сегмент.

EV5 Тяговая система накопления энергии

EV 5.4.5

Пробки должны

- не требуют инструментов для разделения сегментов аккумулятора [TS](#).
- быть непроводящим на поверхностях, которые не обеспечивают никакого электрического соединения.
- иметь такую конструкцию, чтобы физически невозможно было их электрически соединить в любым другим способом, кроме конфигурации намерения дизайна.
- иметь такую конструкцию, чтобы было ясно видно, открыто или закрыто соединение.

Электрически управляемые выключатели не должны использоваться.

EV5.4.6

Каждый сегмент аккумулятора [TS](#) должен быть электрически изолирован с использованием подходящих жестких

и антипирен, см. [T1.2.1](#), материал между сегментами и в верхней части сегмента

предотвратить дуговые вспышки, вызванные межсегментным контактом или случайным попаданием деталей / инструментов в

[TS](#) аккумулятор контейнер во время технического обслуживания.

EV5.4.7

Каждый провод, используемый в аккумуляторе [TS](#), независимо от того, является ли он частью [LVS](#) или [TS](#), должны быть рассчитаны на максимальное напряжение [TS](#).

EV5.4.8

Каждый аккумуляторный контейнер [TS](#) должен иметь яркий индикатор, вольтметр или красный светодиод видимый даже при ярком солнечном свете, который будет светиться всякий раз, когда напряжение превышает 60 В постоянного тока

или половина максимального напряжения [TS](#), в зависимости от того, что ниже, присутствует на стороне транспортного средства

[АИПС](#).

EV 5.4.9

Индикатор должен быть четко виден при отсоединении аккумуляторного контейнера [TS](#) от транспортные средства. Индикатор должен быть четко обозначен «Индикатор напряжения»

EV5.4.10 Индикатор должен быть проводной электроникой без программного управления и поставляться напрямую

по [TS](#) и всегда работает, даже если аккумулятор отсоединяются от [LVS](#) или снят с автомобиля.

EV 5.5

Тяговая система накопления энергии - механическая конфигурация

EV 5.5.1

Все аккумуляторные контейнеры [TS](#) должны находиться внутри и прикрепляться к первичной конструкции или любому другому

дополнительные структуры, прикрепленные к основной структуре, которые соответствуют минимальным требованиям

для конструкций с боковым ударом см. таблицу [4](#), не выше верхней части конструкции с боковым ударом, см.

[T1.1.15.](#)

EV5.5.2

В [TS](#) контейнеры аккумуляторных должны быть защищены от боковых или задних ударных столкновений с

структура эквивалентна той, что определена в [T3.2](#). Контейнер не должен быть частью этой структуры.

EV 5.5.3

Все материалы контейнера аккумулятора [TS](#) должны быть огнестойкими, см. T 1.2.1.

EV5.5.4

Аккумуляторные контейнеры [TS](#) должны быть изготовлены из стали или алюминия. Со следующим требованием:

- Дно аккумулятора должно быть толщиной не менее 1,25 мм, если оно сделано из стали или 3,2 мм, если изготовлена из алюминия.
- Внутренние и внешние вертикальные стены, крышки и крышки должны иметь толщину не менее 0,9 мм, если сделано из стали или 2,3 мм если сделано из алюминия.

Альтернативные материалы допускаются с доказательством эквивалентности согласно [T3.3](#) или для составных

материалы по [EV5.5.5](#). Это должно быть задокументировано в СЭС. Когда альтернативные материалы. Используемые образцы должны быть представлены при техническом осмотре.

EV5 Тяговая система накопления энергии

EV 5.5.5

Композитные аккумуляторные контейнеры TS должны удовлетворять следующим требованиям:

- Данные, полученные в результате испытания прочности на сдвиг периметра ламината и трехточечного изгиба

Испытание, см. [T3.5](#), должно использоваться для подтверждения достаточной прочности.

- Для каждой точки крепления требуются стальные опорные плиты с минимальной толщиной 2 мм. Альтернативные материалы могут быть использованы для подложек, если эквивалентность одобрена.

- Расчеты и результаты физических испытаний должны быть включены в [SES](#).

EV 5.5.6

Пол и стены аккумуляторного контейнера [TS](#) должны быть соединены сваркой, склеиванием и / или Крепеж.

EV5.5.7

[TS](#) контейнер аккумулятор должен состоять из электрических изолирующих внутренних вертикальных стенок

с минимальной 75% высоты внешних вертикальных стенок, которые разделяют

Контейнер для литора в секции не более 12 кг.

EV 5.5.8

Сегменты аккумулятора, см. EV [5.3.2](#), должны быть разделены жесткой, электроизолирующей и огнезащитный барьер, см. [T 1.2.1](#).

EV5.5.9

Сам аккумуляторный контейнер [TS](#), монтаж аккумуляторного контейнера TS на шасси и крепление каждой ячейки к контейнеру должны быть рассчитаны на следующие ускорения:

- 40 г в продольном направлении (вперед / назад)
- 40 г в боковом направлении (влево / вправо)
- 20 г в вертикальном направлении (вверх / вниз)

Расчеты и / или тесты должны быть задокументированы в [СЭС](#). Все считанные аккумуляторы TS

Точки крепления контейнера должны соответствовать [EV5.5.13](#). Аккумуляторные контейнеры TS из материалы, как указано в [EV 5.5.4](#) или EV 5.5.5, возможно, потребуется дополнительное усиление для соответствия

с этим правилом.

EV5.5.10 Вкладыши ячеек мешка не должны нести механические нагрузки.

EV5.5.11 Все крепежные элементы, используемые внутри или для установки аккумуляторного контейнера [TS](#), должны соответствовать T10.

Крепеж внутри аккумулятора, используемый для неструктурных частей аккумулятора (например, [печатных плат](#) и т. Д.)

не нужно следовать [T10, если](#) крепеж изготовлен из непроводящего материала или, кроме указанного в [T10.1.2](#) , может быть любого диаметра.

EV 5.5.12 AIR и главный предохранитель, см. EV 3.2.7, должны быть разделены электрически изолированными

и огнезащитный материал, см. [T1.2.1](#) , от остальной части аккумулятора TS. Воздух не считается подходящим изоляционным материалом в этом случае.

EV 5.5.13. Любые кронштейны, используемые для крепления аккумуляторного контейнера TS, должны быть изготовлены из стали толщиной 1,6 мм.

или алюминий толщиной 4 мм и должен иметь клинья для переноса изгибающих нагрузок. Каждое вложение

точка, включая кронштейны, опорные пластины и вставки, должна выдерживать 20 кН в любом направлении.

EV5.5.14 Отверстия, как внутренние, так и внешние, в аккумуляторе [TS](#) допускаются только для жгут проводов, вентиляция, охлаждение или крепеж. [TS](#) контейнер аккумулятор должен еще соблюдать все другие правила, особенно те, которые касаются его структурных требований.

Внешние отверстия должны быть закрыты в соответствии с [EV 4.5](#).

EV5.5.15 Наклейка в соответствии с «ISO 7010-W012» (треугольник с черной молнией на желтом фоне) с длиной стороны треугольника не менее 100 мм и текстом «Всегда под напряжением»

EV5 Тяговая система накопления энергии

должен наноситься на каждый аккумуляторный контейнер [TS](#) . Наклейка также должна содержать текст «Высокое напряжение», если напряжение превышает 60 В постоянного тока или 25 В переменного тока.

EV5.5.16 Любой TS аккумуляторы, которые могут выделять взрывоопасный газ, должны иметь систему вентиляции для

не допускайте, чтобы отработанный газ достиг взрывоопасной концентрации.

EV5.5.17 Каждый TS Аккумуляторный контейнер, который полностью герметичен, также должен иметь сброс давления

клапан для предотвращения высокого давления в контейнере.

EV5.5.18 Конструкция накопительного контейнера TS и его содержимое должны быть задокументированы в SES

включая используемые материалы, чертежи, изображения, места крепления, вес сегмента, ячейку и позиция сегмента.

EV 5.6

Реле изоляции аккумулятора (AIR)

EV5.6.1

По крайней мере, два [AIR](#) должны быть установлены внутри каждого аккумуляторного контейнера TS.

EV5.6.2

В [АИПС](#) должны открыться оба полюса аккумулятора TS. Если AIR открыты, нет напряжения TS может присутствовать вне аккумуляторного контейнера, а бортовая сторона [AIR](#) должна быть гальванически развязанной со стороны аккумулятора, см. [EV 1.2.1](#).

EV5.6.3

В [АИПС](#) должны быть механические реле в «нормально открытый» типа. Твердотельные реле запрещено.

EV5.6.4

Предохранитель, защищающий цепь [TS](#) аккумулятора, должен иметь номинальное значение ниже максимального

отключить ток [AIR](#).

EV 5.7

Схема предварительной зарядки

EV 5.7.1

Схема, обеспечивающая предварительную зарядку промежуточной цепи как минимум до 95% от фактической

Напряжение аккумулятора [ТС](#) перед закрытием второго ВОЗДУХА должно быть реализовано. Следовательно

напряжение промежуточной цепи должно быть измерено.

EV5.7.2

В цепи предварительной зарядки должно использоваться механическое реле нормально разомкнутого

типа. Все предварительно зарядить

ток должен проходить через это реле.

EV 5.8

Система управления аккумулятором (AMS)

EV5.8.1

Каждый аккумулятор [TS](#) должен контролироваться AMS всякий раз, когда LVS активен или аккумулятор подключен к зарядному устройству.

EV 5.8.2

[AMS](#) должен непрерывно измерять

- все клеточные напряжения
- ток [TC](#)
- температура термически критических ячеек
- для клеток на основе лития: температура не менее 30% клеток равномерно распределена внутри аккумуляторного контейнера (ов)

Схема и системы отключения EV6

EV5.8.3

Температура ячейки должна быть измерена на отрицательном конце соответствующей ячейки и Используемый датчик должен находиться в непосредственном контакте с отрицательной клеммой или менее 10 мм вдоль

большой ток пути от терминала в прямом контакте с соответствующей шиной. Это допустимо контролировать несколько ячеек с одним датчиком, если это требование выполняется для всех ячеек

воспринимается датчиком.

EV 5.8.4

Максимальная температура ячейки составляет 60 °C или предел, указанный в паспорте ячейки, в зависимости от того, что ниже.

EV5.8.5

Должностные лица могут предоставить независимое устройство контроля температуры в камере во время проверка аккумулятора и должна быть установлена, см. [IN 3](#).

Устройство должно быть размещено на самой теплой отрицательной ячейке аккумуляторного контейнера. и в непосредственном контакте с клеммой или на расстоянии менее 30 мм от нее на шине.

EV5.8.6

[AMS должен](#) выключить TS через схему отключения, если критическое напряжение, температура или текущие значения в соответствии с таблицей производителя ячейки или эти правила постоянно происходит более чем на:

- 500 мс для значений напряжения и тока
- 1 с для значений температуры

Точность, шум и частота дискретизации измерений должны быть приняты во внимание.

EV5.8.7

Входы измерения напряжения ячейки [AMS](#), входы измерения температуры и напряжение питания децентрализованных ведомых [AMS](#) могут быть оценены ниже максимального напряжения TS, если команда имеет

Подтверждено расчетами в [Форме электрической системы \(ESF\)](#), см. EV9, что входное напряжение рейтинг разумно выбран.

EV5.8.8

Красный индикатор в кабине, который хорошо виден изнутри и снаружи кабины даже при ярком солнечном свете и четко обозначенной надписью «AMS» должен загореться, если [AMS](#) размыкает цепь отключения. Он должен гореть до тех пор, пока состояние ошибки не будет исправлено вручную

сброс см. [EV6.1.6](#). Сигналы, контролирующие этот индикатор, являются СКС, см. T11.9.

EV 5.8.9

Сигналы [AMS](#) являются системными критическими сигналами, см. T 11.9.

EV5.8.10 Должна быть возможность индивидуального отключения датчика тока, датчика температуры и провод измерения напряжения элемента во время технического осмотра, если используется какой-либо провод.

EV 5.8.11 AMS [должна](#) уметь считывать и отображать все измеренные значения в соответствии с EV 5.8.2, например,

подключение ноутбука к [AMS](#).

EV6

S HUTDOWN C IRCUIT И S YSTEMS

EV 6.1

Цепь отключения

EV6.1.1

Цепь отключения непосредственно передает энергию, приводящую в движение [AIR](#), см. EV5.6, и схема предварительной зарядки, см. [EV 5.7](#).

EV6.1.2

Цепь отключения определяется как последовательное соединение как минимум двух главных выключателей, трех

кнопки выключения, БОТЫ, см. T6.2, IMD, инерционный переключатель, см. T11.5, BSPD, см. [T 11.6](#), все необходимые блокировки и AMS.

EV6.1.3

Все части цепи отключения, определенные в [EV6.1.2](#), должны быть подключены к верхней стороне в [AIR](#) катушки и схема предварительной зарядки.

EV6.1.4

Главный [выключатель](#) тяговых [систем \(TSMS\)](#), см. EV6.2, должен быть последним выключателем перед [ВОЗДУХА](#), за исключением схемы предварительной зарядки и проводных блокировок.

EV6.1.5

Если цепь отключения открыта, [TS](#) должен быть отключен, открыв все AIR и напряжение в [TS](#) должно упасть ниже 60 В постоянного тока и 25 В переменного тока менее чем за пять секунд.

Весь ток тока аккумулятора должен быть немедленно остановлен.

Действие открытия [AIR](#) может быть отложено на ≤ 250 мс, чтобы сообщить двигателю о действии контроллеры и уменьшить ток [TS](#) до открытия AIR. Поставка ВОЗДУХА должна быть резко отключается до достижения минимального напряжения питания [ВОЗДУХА](#).

EV6.1.6

Если цепь отключения открывается [AMS](#) или IMD, она должна быть закрыта с помощью непрограммируемая логика, которая может быть сброшена только человеком, находящимся в автомобиле не водитель.

EV6.1.7

Все цепи, которые являются частью цепи отключения, должны быть спроектированы таким образом, чтобы в

в обесточенном / отключенном состоянии они размыкают цепь отключения.

EV6.1.8

Должна быть возможность продемонстрировать, что все функции цепи отключения работают правильно. Это включает в себя все блокировки.

EV6.1.9

Каждая система, которая требуется или способна размыкать цепь отключения, должна иметь свою собственную, непрограммируемая, мощная ступень для достижения этой цели. Соответствующие ступени мощности должны быть разработан, чтобы быть в состоянии нести ток в цепи отключения, например [AIR](#) пусковых токов, и такой что сбой не может привести к подаче электроэнергии обратно в электрическое отключение цепи.

Схема и системы отключения EV6

EV6.1.10 Кнопки выключения, то [BOTS](#), то ТГМС и все блокировки не должны действовать через любого силовой этап.

EV 6.1.11 Все сигналы, влияющие на цепь отключения, являются [СКС](#), см. T 11.9.

EV 6.2

Главный выключатель тяговых систем (TSMS)

EV 6.2.1

Ан [ТГМС](#) в соответствии с T 11.2 должно быть частью схемы отключения, см EV 6.1.2.

EV6.2.2

В [ТГМСЕ должен](#) быть снабжен «блокировки / tagout» возможностями для предотвращения случайного активации

из [TS](#). ESO должен убедиться, что он заблокирован в выключенном положении всякий раз, когда работа сделана

на транспортном средстве или нет [ESO](#).

EV6.2.3

В [ТГМСЕ должен](#) быть установлен в середине совершенно оранжевую круговой области ≥ 50 мм диаметр размещен на высококонтрастном фоне.

EV 6.2.4

В [ТГМС](#) должны быть помечены «TS» и символ в соответствии с «ISO 7010-W012» (треугольник с черной молнией на желтом фоне).

EV 6.3

Устройство контроля изоляции (IMD)

EV6.3.1

Каждое транспортное средство должно иметь [IMD](#), установленный в системе TS.

EV6.3.2

[ИМИ](#) должен быть Бендеры А-параметр ® изо-F1 IR155-3203 или -3204 или эквивалент [IMD](#) одобрен для автомобильного использования. Эквивалентность может быть утверждена должностными лицами на основании по следующим критериям: устойчивость к вибрации, диапазон рабочих температур, рейтинг IP, наличие прямого выхода, средства самопроверки и не должно питаться от системы который контролируется.

EV6.3.3

Значение отклика [IMD](#) должно быть установлено на ≥ 500 Ом / В в зависимости от максимального напряжения [TS](#).

EV6.3.4

[ИМИ](#) должны быть подключены на стороне транспортного средства из Airs.

EV6.3.5

Одна линия измерения заземления шасси [IMD](#) должна быть подключена к заземленному Контейнер Другая линия заземления шасси должна быть подключена к основной обрuch Каждое соединение должно использовать отдельный проводник, рассчитанный как минимум на максимальный [TS](#) вольтаж. Разомкнутая цепь в любом из этих заземляющих соединений должна привести к разомкнутая цепь отключения.

EV6.3.6

В случае повреждения изоляции или отказа [IMD](#), IMD должен разомкнуть цепь отключения. Это должно быть сделано без влияния какой-либо программируемой логики. Смотрите также [EV6.1.6](#) относительно повторной активации [TS](#) после повреждения изоляции.

EV6.3.7

Красный индикатор в кабине, который хорошо виден изнутри и снаружи кабины даже при ярком солнечном свете и четкой маркировке надписи «IMD» должен загореться, если [IMD](#) размыкает цепь отключения. Он должен гореть до тех пор, пока состояние ошибки не будет исправлено вручную сброс см. [EV6.1.6](#). Сигналы, контролирующие этот индикатор, являются СКС, см. T11.9.

Зарядные устройства EV7

EV7

CHARGERS

EV 7.1

Общие требования к зарядным устройствам

EV7.1.1

Допускаются только зарядные устройства, представленные и опечатанные при техническом осмотре. Все соединения

зарядное устройство (а) должно быть изолировано и закрыто. Открытые соединения не допускаются.

EV7.1.2

Открытые проводящие части и аккумуляторный контейнер [TS](#) должны быть подключены к защитным земля (PE).

EV7.1.3

Все зарядные устройства должны быть аккредитованы в соответствии с общепризнанным стандартом, например, CE, или в случае

команда должна соблюдать все электрические требования к транспортному средству [TS](#), например, EV4.3, EV3.1

и [EV 4.2](#).

EV 7.1.4

[Зарядные](#) провода [TS](#) должны быть оранжевого цвета.

EV7.1.5

Во время зарядки [AMS](#) должен быть под напряжением и должен иметь возможность отключить зарядное устройство в случае

что ошибка обнаружена.

EV 7.1.6

Зарядное устройство должно иметь кнопку аварийного останова толкающего типа с минимальным диаметром.

24 мм и должны быть четко обозначены.

EV 7.1.7

При зарядке аккумулятора [IMD, как](#) описано в EV 6.3, должно быть активным и должно быть возможность выключить зарядное устройство. Либо зарядное устройство должно включать активный [IMD](#) или активный

[IMD](#) должен быть внутри аккумулятора. Если не указано в EV6.3, заземление второго шасси измерительная линия должна быть подключена к корпусу зарядного устройства вместо основного облуча.

EV 7.1.8

[IMD](#) индикатор, как это определено в EV 6.3.7 должен быть доступен во время зарядки.

EV 7.1.9

Зарядное устройство должно включать [TSMP, как](#) описано в EV 4.7. Помимо заявленных, TSMP должны быть подключен к выходу [TS](#) зарядного устройства.

EV 7.2

Зарядная цепь отключения

EV7.2.1

При зарядке цепь отключения зарядки состоит как минимум из отключения зарядного устройства кнопку, см. [EV7.1.6](#), IMD и AMS.

EV 7.2.2

Если цепь отключения разомкнута, система зарядки должна оставаться отключенной и отключение Цепь разомкнута, пока она не будет сброшена вручную.

EV 7.2.3

Системы отключения зарядки должны соответствовать EV [6.1.1](#), EV 6.1.5, EV 6.1.7, EV 6.1.8 и [EV 6.1.9](#).

EV 7.2.4

Все сигналы, влияющие на цепь отключения зарядного устройства, являются [СКС](#), см. Т 11.9.

EV8

TS А КУМУЛЯТОР С ОНЛАЙН Ч И С ИСКУССТВО

EV 8.1

TS Аккумуляторная Контейнер Ручная Тележка

EV8.1.1

Ручная тележка (и) должна использоваться для транспортировки контейнера (ов) аккумуляторов [TS](#) вокруг сайт конкурса.

EV8.1.2

Ручная тележка должна иметь как минимум четыре колеса.

Форма электрической системы EV9 (ESF)

EV 8.1.3

Ручная тележка должна иметь тормоз, который всегда включен и отпускается, только если кто-то нажимает

обрабатывать или подобное

EV8.1.4

Тормоз должен быть в состоянии безопасно остановить полностью загруженную ручную тележку.

EV8.1.5

Ручная тележка должна выдерживать нагрузку на аккумуляторный контейнер (ы) [TS](#) .

EV8.1.6

[TS](#) контейнер аккумулятор (ы) должны быть механически прикреплены к ручной тележке, чтобы позволить

безопасная перевозка.

EV8.1.7

[TS](#) накопительный контейнер (ы) должны быть защищены от вибраций и ударов в ходе нормальная работа тележки, например, с использованием пневматических шин.

EV 8.1.8

Метка на аккумуляторе [TS](#) или дополнительная метка согласно EV 5.3.8 должны быть четко видимым, если аккумуляторный контейнер [TS](#) находится на ручной тележке.

EV8.1.9

Общая площадь пола, используемая полностью загруженной ручной тележкой, не должна превышать 1200 мм x 800 мм. Если контейнер аккумулятора больше, чем разрешенная площадь, возможны исключения быть утвержденным официальными лицами до начала конкурса.

EV9

ELECTRICAL SYSTEM FORM (ФЭБ)

EV 9.1

Форма электрической системы (ESF)

EV9.1.1

До начала соревнований все команды должны предоставить четко структурированную документацию. Вся электрическая система (включая управление и [TS](#)) называется ESF.

DV DRIVERLESS VEHICLES

DV 1

VEHICLE REQUIREMENTS AND RESTRICTIONS

DV 1.1

Базовое транспортное средство

Дополнения к общим требованиям и ограничениям транспортного средства отмечены и приведены в [T](#) и [CV](#) или EV в зависимости от внедренной трансмиссии. Пожалуйста, также обратитесь к правилу A2.3.

Следующие определения применяются к [транспортным средствам с двигателем внутреннего сгорания](#) для поддержания того же

формулировка как для [электромобилей](#).

DV1.1.1

[ТОЛЬКО CV] [Готов к вождению \(R2D\)](#) - двигатель работает и [включена](#) передача.

DV1.1.2

[ТОЛЬКО CV] [TS](#) активен - двигатель работает, но коробка передач находится в нейтральном положении (также предполагается, что для TS нет активный).

DV1.1.3

[ТОЛЬКО CV] Кнопка активации [TS](#) - кнопка запуска двигателя эквивалентна.

DV 1.2

Беспроводная связь

DV1.2.1

Запрещено изменять параметры, отправлять команды или вносить какие-либо изменения в программное обеспечение

беспроводная связь. Получение информации от автомобиля с помощью односторонней телеметрии позволил. Во время динамических событий беспроводная связь может быть ограничена и не подвергаться помехам

и надежное беспроводное соединение не гарантируется чиновниками.

DV 1.2.2

Единственное устройство, которому разрешено отправлять команды по беспроводной связи, это [пульт Аварийная система \(RES\)](#) описана в DV 1.4.

DV1.2.3

(D) GPS можно использовать, но не будет места для безопасного создания базовых станций на сайт конкурса.

DV 1.3

Регистратор данных

DV1.3.1

Чиновники предоставят стандартизированный регистратор данных, который должен быть установлен в любом [DV](#) во время

соревнование. Дополнительные спецификации для регистратора данных и необходимого аппаратного и программного обеспечения

Интерфейсы можно найти в справочнике конкурса.

DV1.3.2

Целью регистратора данных является понимание и воспроизведение состояния системы в случае отказа. Это включает в себя базовый набор сигналов, определенных в руководстве по

набор индивидуальных сигналов автомобиля, которые должны контролироваться системой [экстренного торможения](#)

[\(EBS\)](#), чтобы обеспечить резервирование и обнаружение неисправностей.

[Формула Студенческие Правила 2020](#)

DV2 автономная система (AS)

DV 1.4

Удаленная аварийная система (RES)

DV1.4.1

Каждое транспортное средство должно быть оснащено стандартным [RES](#), указанным в руководстве соревнования.

Система состоит из двух частей: пульта дистанционного управления и модуля автомобиля.

DV 1.4.2

В [RES](#) должен быть приобретен группой.

DV 1.4.3

[RES](#) имеет две функции:

- Когда нажата кнопка дистанционного аварийного останова, она должна вызвать отключение [DV Схема \(SDC\)](#) определена в DV 1.5.

- Командная гонка на автомобиль:

- Гоночный контроль может отправлять сигнал «Go» на автомобиль

- Сигнал «Go» заменяет зеленые флаги

DV1.4.4

Модуль автомобиля [RES](#) должен быть непосредственно интегрирован в SDC автомобиля с одним из его последовательно подключает реле к кнопкам выключения.

DV1.4.5

Антенна [PЭС](#) должна быть установлена беспрепятственно и без мешающих частей в близость (другие антенны и т. д.).

DV 1,5

Цепь отключения

DV 1.5.1

Специфичные для трансмиссии требования к [SDC](#) (см. CV 4.1 или EV 6) остаются в силе для DV.

DV1.5.2

Если [SDC](#) открывается автономной системой (AS) или RES, его необходимо открыть с помощью непрограммируемой логики, которая может быть сброшена только вручную (кнопка за пределами

транспортное средство, в непосредственной близости [от ASMS](#) или через цикл питания LVMS).

DV1.5.3

[SDC](#) может быть закрыт только AS, если выполняются следующие условия:

- Ручное вождение: выбрано Ручное задание, [AS](#) проверил, что EBS недоступен. в состоянии (активация [EBS](#) невозможна).

- Автономное вождение: выбрана автономная миссия, [ASMS](#) включена и накапливается достаточное тормозное давление (тормоза закрыты).

DV 2

UTONOMOUS SYSTEM (AC)

DV2.1

сигналы

DV2.1.1

Любой сигнал [AS](#) является СКС.

DV 2.2

Главный коммутатор автономной системы (ASMS)

DV 2.2.1

Каждый [DV](#) должен быть оборудован ASMS, согласно T 11.2.

DV2.2.2

В [ASMS должна](#) быть установлена в середине совершенно голубую круговую область ≥ 50 мм диаметр размещен на высококонтрастном фоне.

DV 2.2.3

В [ASMS](#) должны быть помечены «AS».

DV2 автономная система (AS)

DV2.2.4

Питание рулевого и тормозного приводов должно быть переключено [LVMS](#) и

[ASMS](#)

DV2.2.5

Когда [ASMS находится](#) в положении «Выкл.», Должно быть выполнено следующее:

- Никакое управление рулем, торможением и движением не может быть выполнено по запросу автономная система.
- Датчики и устройства обработки могут оставаться в рабочем состоянии.
- Транспортное средство должно иметь возможность [толкаться](#), как указано в [A6.7](#).
- Должно быть возможным управлять транспортным средством вручную, как обычным [CV](#) или EV.

DV2.2.6

Категорически запрещается переключать [ASMS](#) в положение «Вкл.», Если человек находится внутри средство передвижения.

DV2.2.7

После переключения [ASMS в](#) положение «Вкл.» Автомобиль может не начать движение, и тормоза должны оставаться закрытыми (состояние « готово», рис. 21) до тех пор, пока сигнал «Go» не будет отправлен через

[RES \(состояние](#) «КАК вождение», рисунок 21).

DV2.2.8

В [ASMS должны](#) быть снабжены «блокировки / tagout» возможности для предотвращения случайной активации

из [AS](#). ASR должен гарантировать, что ASMS заблокирована в выключенном положении всякий раз, когда

транспортное средство находится за пределами динамической зоны или движется в ручном режиме.

DV 2.3

Активация рулевого управления

DV2.3.1

Включение (движение) системы рулевого управления должно происходить только в том случае, если автомобиль [R2D](#).

DV2.3.2

Система рулевого управления может оставаться активной во время маневра при экстренном торможении, когда автомобиль

в движении.

DV 2.3.3

Ручное рулевое управление должно быть возможным без шагов ручного отпускания (например, управление клапанами

/ (отключение) соединения механических элементов) при выключенном [ASMS](#).

DV 2.4

Определения автономного государства

DV2.4.1

[AC](#) должен реализовать состояния и переходы между состояниями, как показано на рисунке 21.

DV2.4.2

[AS](#) не должен иметь какие - либо другие состояния или переходы.

DV2.4.3

Пронумерованные шаги в переходе конечного автомата AS (см. Рисунок 21) должны быть проверены в данный заказ. Транспортное средство должно выполнять переход только в том случае, если выполнены все условия.

До завершения перехода [ASSI](#) должны указывать начальное состояние.

DV2.4.4

Рулевой привод может иметь только следующие состояния:

- «недоступен»: электропитание привода отключено, ручное управление возможно

- «доступно»: источник питания подключен, и привод может реагировать на команды

AC по [ДВ 2.3.1](#).

DV2.4.5

Рабочий тормоз может иметь только следующие состояния:

- «недоступен»: питание привода отключено, возможно ручное торможение

Для перехода в состояние привода рабочего тормоза нет ручных шагов (например, руководство по эксплуатации

клапаны / (разобщающие) соединительные механические элементы) разрешены.

DV 2.4.6

[EBS](#) может иметь только следующие состояния:

- «недоступен»: привод отключен от системы / накопитель энергии

Обесточенный маневр экстренного торможения невозможен.

- «вооружен»: немедленно начнет маневр при экстренном торможении, если [SDC](#) открыт или подача [LVS](#) прервана
- «активирован»: тормоза замкнуты и отключено питание [EBS](#) . Тормоза могут быть выпущены только после выполнения ручных шагов.

DV 2.5

Индикаторы состояния автономной системы (ASSI)

DV2.5.1

Транспортное средство должно включать три [ASSI](#), которые должны указывать статус AS (как определено в

[DV 2.4](#)) соотносится с освещением, как показано:

КАК ВЫКЛ, КАК Готов

КАК Вождение

AS Emergency AS Закончено

от

желтый непрерывный желтый мигающий синий мигающий

синий непрерывный

[Ассис](#) не может выполнять какие - либо другие функции.

DV2 автономная система (AS)

DV2.5.2

Один [ASSI](#) должен быть расположен на каждой стороне транспортного средства позади кабины водителя, в области 160 мм ниже верхней части основного плеча и 600 мм над землей.

третий [ASSI](#) должен быть расположен в задней части автомобиля, на центральной линии автомобиля, около вертикали,

На 160 мм ниже верхней части основного плеча и более чем на 100 мм выше стоп-сигнала.

DV2.5.3

Каждый [ASSI](#) должен иметь темный фон и прямоугольную, треугольную или почти круглую форму с минимальной освещаемой поверхностью 15 см² . [Ассис](#) должен быть четко виден в очень Яркий солнечный свет. Когда светодиодные фонари используются без рассеивателя, они могут быть не более

На расстоянии 20 мм Если используется одна линейка светодиодов, минимальная длина составляет 150 мм. Хотя бы один

[ASSI](#) должен быть виден под любым углом транспортного средства.

DV2.5.4

Состояние «[AS](#) Emergency» должно обозначаться прерывистым звуком со следующим параметрами:

- частота включения / выключения: от 1 Гц до 5 Гц
- рабочий цикл 50%
- уровень звука от 80 до 90 дБА, быстрое взвешивание.
- продолжительность от 8 с до 10 с после ввода «[AS](#) Emergency»

Уровень звука будет измеряться микрофоном со свободным полем, свободным от препятствий в радиусе 2 м вокруг автомобиля.

DV 2.6

Автономные миссии

DV2.6.1

[AS](#) должен по крайней мере реализовать следующие задачи:

- ускорение
- Skidpad
- Автокросс
- Trackdrive
- тест [EBS](#)
- осмотр
- Ручное вождение

DV2.6.2

Инспекционная миссия будет использоваться во время технического осмотра, пока автомобиль поднят и все колеса сняты.

DV 2.6.3

Миссия проверки определяется путем медленного вращения трансмиссии и включения рулевого управления.

система с синусоидой. Через 25–30 с миссия завершается и происходит переход к [«AS»](#).

Готово »должно быть инициализировано.

DV2.6.4

Выбранная миссия должна указываться [индикатором автономной миссии \(AMI\)](#).

DV2.6.5

[AMI](#) должен быть легко читаемым и может быть либо частью приборной панели или находится рядом с [ASMS](#). Если используется дисплей e-ink, должно быть видно, что показанная миссия актуальна.

[AMI](#) считается СКС!

DV 2.7

Форма автономной системы (ASF)

DV2.7.1

До начала соревнований все команды должны предоставить четко структурированную документацию. Вся [AS](#) (включая EBS и систему рулевого управления) называется ASF.

DV2.7.2

[ASF](#) должен по крайней мере содержать следующие пункты:

- Все применяемые датчики (см. Также [DV4.2](#))
- Четко структурированная документация всей [EBS](#).
- Файл DBC, определяющий контролируемые сигналы мониторинга [EBS](#) .
- Четко структурированная документация всей системы рулевого управления.

DV 3

EMERGENCY BRAKE - SYSTEM (EBS)

DV 3.1

Технические требования

DV 3.1.1

Все характеристики тормозной системы от [Т 6](#) остаются в силе.

DV3.1.2

Транспортное средство должно быть оборудовано [EBS](#) , который должен быть предоставлен LVMS, ASMS, RES

и реле, которое подается от [SDC](#) ([ТОЛЬКО EV] параллельно к [ВОЗДУХУ](#) , но не должно быть задержка / [ТОЛЬКО CV] параллельно реле топливного насоса).

DV3.1.3

[EBS](#) необходимо использовать только пассивные системы с механическим накопителем энергии. Электроэнергия- потеря в [EBS](#) должна привести к прямому маневру экстренного торможения (имейте в виду, T11.3.1!).

DV3.1.4

[Система EBS](#) может быть частью гидравлической тормозной системы. Для всех компонентов пневматических и гидравлическое управление [EBS](#), не охватываемое Т 6, применяется Т 9.

DV3.1.5

Когда [EBS является](#) частью гидравлической тормозной системы, ручное управление тормозом (с помощью тормоза педаль) может быть отключена для автономного вождения.

DV 3.1.6

[EBS должна](#) быть сконструирована таким образом, что любое лицо может легко отключить. Все точки деактивации

должны быть в непосредственной близости друг от друга, легко доступны без необходимости инструментов / удаления каких-либо

части тела / чрезмерно сгибаются в кабине. Они должны быть в состоянии работать также, когда носить перчатки.

DV 3.1.7

Пиктографическое описание расположения точек выброса [EBS](#) должно быть четко видно на близость к [ASMS](#). Необходимые шаги для выпуска EBS должны быть четко обозначены (например, пиктограммой или со стрелкой «тянуть / толкать / поворачивать») в каждой точке выпуска. Эта точка должна быть отмечена

красной стрелкой длиной 100 мм (ширина вала 20 мм) с надписью «EBS release» белыми буквами в теме.

DV3.1.8

Использование вставных фитингов запрещено в критически важных пневматических контурах [EBS](#) и любая другая система, которая использует тот же накопитель энергии без надлежащего разъединения.

DV 3.2

Функциональная безопасность

DV 3.2.1

Из-за критического характера безопасности [EBS](#), система должна либо оставаться полностью функциональной, или транспортное средство должно автоматически перейти в безопасное состояние в случае одиночного режима отказа.

Датчики и компоненты DV4

DV 3.2.2

Безопасное состояние - транспортное средство в состоянии покоя, тормоза включены для предотвращения движения автомобиля, и открытый [SDC](#).

DV3.2.3

Чтобы добраться до безопасного состояния, автомобиль должен выполнить описанный маневр автономного торможения.

в разделе [DV 3.3](#) и IN 6.3.

DV3.2.4

Первоначальная проверка должна быть выполнена, чтобы убедиться, что [EBS](#) и его резервирование способны

Поднимите тормозное давление, как и ожидалось, прежде чем [AS](#) перейдет в режим «AS Ready».

DV3.2.5

Тяговая система не считается тормозной системой.

DV3.2.6

Система рабочего тормоза может использоваться в качестве резервной, если обеспечивается двусторонний контроль.

DV3.2.7

Красный индикатор в кабине, который хорошо виден даже при ярком солнечном свете и отчетливо помеченный буквой «EBS» должен загореться, если [EBS](#) обнаружит сбой.

DV 3.3

EBS Performance

DV3.3.1

Время реакции системы (время между переходом в запущенное состояние и началом замедления) не должно превышать 200 мс.

DV 3.3.2

Среднее замедление должно быть больше $8 \text{ м} / \text{с}^2$ в условиях сухого пути.

DV3.3.3

При замедлении автомобиль должен оставаться в стабильном состоянии (т.е. движение рыскания). Это может быть либо контролируемое замедление (управление рулем и торможением активное) или устойчивое торможение по прямой с заблокированными всеми четырьмя колесами.

DV 3.3.4

Работоспособность системы будет проверена при техническом осмотре, см. [IN 6.3](#).

DV 4

S ENSORS & C OMPONENTS

DV4.1

монтаж

DV4.1.1

Все датчики и компоненты должны быть надежно закреплены. Для всех креплений применяется [T8.3.1](#).

DV4.1.2

Датчики и компоненты не могут соприкасаться с шлемом водителя под любым обстоятельства.

DV 4.1.3

Все датчики и компоненты должны быть расположены внутри ограждающей поверхности (см. [T 1.1.16](#)).

DV 4.1.4

Антенны, которые действуют исключительно как таковые с самой длинной стороной <100 мм, могут выступать из конверта. Для компонентов позади водительского отсека вылет на 25% их объем ограничивающей рамки принимается.

DV4.1.5

Кроме того, датчики могут быть установлены с максимальным расстоянием 500 мм над землей и менее 700 мм впереди передней части передних шин (см. рисунок [22](#)). Они не должны превышать ширину передней оси (измеряется на высоте ступиц).

DV 4.2

Закон и безопасность труда

DV4.2.1

Все датчики должны соответствовать местным законодательным требованиям (например, классификация защиты глаз).

для лазерных датчиков, ограничение мощности для радарных датчиков и т. д.) в стране соревнования.

Датчики и компоненты DV4

700 мм

500 мм

Рисунок 22: Конверт для монтажа сенсорных систем.

DV4.2.2

Это должно быть продемонстрировано путем представления технических данных для реализованных датчиков до

к конкурсу в качестве [запроса добавления элемента ASF \(AAIR\)](#).

TECHNICAL INSPECTIONS

B 1

GENERAL

B 1.1

Процесс технического осмотра

B 1.1.1

Технический осмотр состоит из следующих частей:

- Предварительная проверка
- [EV ONLY] Проверка аккумулятора
- [EV ONLY] электроинспекция
- Механический осмотр
- [ТОЛЬКО DV] Инспекция без водителя
- Тест наклона
- Взвешивание автомобиля
- [ТОЛЬКО CV] Тест на шум
- [EV ONLY] Тест на дождь
- Проверка тормозов
- [DV ONLY] [EBS](#) Test

B 1.2

Основные правила

IN1.2.1

Каждое транспортное средство должно пройти все части технического осмотра, прежде чем оно сможет участвовать в любом динамическом событии.

IN1.2.2

Прохождение технического осмотра не является подтверждением полного соответствия правилам средство передвижения.

IN1.2.3

Лист технического осмотра включает несколько пунктов осмотра и будет представлен на сайт конкурса до начала конкурса. Он всегда должен оставаться с транспортным средством.

IN1.2.4

Должностные лица могут проверять другие пункты, не упомянутые в листе технического осмотра, для обеспечить соблюдение правил.

IN1.2.5

Команды несут ответственность за подтверждение того, что их транспортное средство и необходимое оборудование

требования и ограничения правил перед предъявлением его на технический осмотр.

IN1.2.6

Транспортные средства должны быть представлены для технического осмотра в состоянии готовности к гонке.

IN1.2.7

Безопасность некритических нарушений правил без пользы для команды, которая не может быть изменена на

Событие может привести как минимум к 20 штрафным очкам для команд, в зависимости от решения официальных лиц.

Штрафные очки будут вычтены из общего балла команды.

IN1 General

IN1.2.8

Все предметы на инспекционном листе должны быть четко видны чиновникам без использования инструменты, такие как эндоскопы или зеркала. Видимый доступ может быть предоставлен путем удаления

панели кузова или с помощью съемных панелей доступа.

IN1.2.9

Транспортное средство должно поддерживать все необходимые характеристики на протяжении всего соревнования.

IN1.2.10

Чиновники оставляют за собой право попросить команду сверлить дополнительные проверочные отверстия для проверки

шасси на соответствие правилам ..

IN1.2.11

Должностные лица маркируют или опечатывают различные утвержденные детали. Удаление или повреждение

Уплотнения аннулируют одобрение инспекции.

В 1.2.12

Как только транспортное средство допущено к участию в соревнованиях, любое повреждение транспортного средства, которое требует ремонта

аннулирует одобрение инспекции. После завершения ремонта автомобиль должен быть повторно передано в технический осмотр для повторного утверждения.

В 1.3

Наклейка технического осмотра

IN1.3.1

Наклейки технического осмотра соревнования будут размещены на носу автомобиля.

IN1.3.2

Если транспортное средство больше не соответствует правилам, официальные лица установят если состояние технического осмотра не пройдено, удалите соответствующие наклейки с автомобиля и отметьте причину отзыва технического осмотра в техническом осмотре

простыня.

В 1.4

Ответственный за проверку

IN1.4.1

Чтобы ускорить процесс технического осмотра, команда должна назначить одного члена команды как инспекция ответственного лица. [ТОЛЬКО EV] Для проверки электрооборудования и аккумулятора осмотр это должно быть [ESO](#).

В 1.4.2

Ответственный за проверку должен быть:

- Знаком с транспортным средством.
- Способен показать соответствие автомобиля всем пунктам, указанным в техническом инспекционный лист.
- Умеет проводить технический осмотр, соблюдаемый должностными лицами, когда спросил.

IN1.4.3

Если ответственное лицо по проверке не сможет выполнить одно из этих требований, или транспортное средство и все необходимые предметы не готовы, технический осмотр будет прерван и Команде будет предложено покинуть зону технического осмотра.

В 1,5

Модификации и ремонт

IN1.5.1

После технического осмотра разрешены только модификации автомобиля:

- Регулировка ремней, цепей и муфт

- Регулировка смещения тормоза
 - Регулировка системы безопасности водителя, подголовника, сиденья и педали в сборе
- Предварительная проверка IN2
- Замена подголовника или вставки сиденья для разных водителей
 - Регулировка параметров работы двигателя, например, топливной смеси и момента зажигания.
 - Регулировка зеркал
 - Регулировка подвески там, где нет замены деталей, кроме пружин, качающихся стержней и прокладки, требуется
 - Регулировка давления в шинах
 - Регулировка углов крыла, но не положение всего аэродинамического устройства по отношению к транспортному средству
 - Пополнение жидкостей
 - Замена неисправных шин или тормозных колодок. Замена шин и тормозных колодок должна быть идентичными по материалу / составу / размеру тем, которые представлены и утверждены на техническом
- осмотр.
- Замена колес и шин на «влажные» или «влажные» условия, как это разрешено в [D3.2](#) и [D7.6](#)
 - Изменения калибровки программного обеспечения
 - Перезарядка низковольтных батарей
 - Подзарядка аккумуляторов [TS](#)
 - [только DV] Регулировка датчиков

IN2

PRE-INSPECTION

V 2.1

Предварительная проверка необходимых предметов

V 2.1.1

Следующие элементы должны быть представлены для предварительной проверки:

- все шлемы
- Все оборудование водителя и другое защитное снаряжение
- Два неиспользованных и в дате огнетушителя
- Один комплект из четырех шин на ободьях для влажных условий
- Один комплект из четырех шин на ободьях для сухих условий

Комбинация типа шины / типа обода, представленная во время предварительной проверки, должна быть одинаковой во время

весь конкурс. Диски для сухих и мокрых шин могут быть разными.

IN3

[EV ТОЛЬКО] АККУМУЛЯТОР ИНСПЕКЦИЯ

V 3.1

Общие определения осмотра аккумулятора

IN3.1.1

Модули ячеек или стеки не нужно разбирать, когда [AIR](#), предохранители, предварительный и разрядный Схема и механизм принудительной блокировки пробок обслуживания доступны и видны для чиновников.

IN4 [EV ONLY] Электрический осмотр

IN3.1.2

Официальное устройство регистрации температуры должно быть установлено, если используется соревнованием, см.

[EV5.8.5](#)

V 3.1.3

Зарядное устройство аккумулятора будет проверено и опечатано.

V 3.1.4

Набор основных инструментов будет проверен.

V 3.2

Требуется проверка аккумулятора

V 3.2.1

При осмотре аккумулятора должны быть представлены следующие предметы:

- Все аккумуляторы [TS](#)

- Аккумуляторная ручная тележка
- зарядное устройство
- Основные инструменты, см. [IN3.2.2](#)
- Инструменты, необходимые для (разборки) сборки деталей.
- Образцы [печатных плат](#) собственного дизайна, [которые](#) являются частью тяговых систем и находятся внутри аккумуляторный контейнер, см. [EV 4.3.6](#)
- Технические данные для всех частей, используемых в аккумуляторе
- Оригинальные наклейки для материала без серийного номера, напечатанного в соответствии с [T1.2.1](#)
- Распечатки вопросов о правилах (если применимо)

IN3.2.2

Следующие основные инструменты в хорошем состоянии должны быть представлены:

- Изолированные кабельные ножницы
- Изолированные отвертки
- Мультиметр с защищенными наконечниками зондов и двумя 4-мм измерительными проводами с банановыми штекерами, рассчитанными на 1000 В CAT III или лучше
- Изолированные инструменты, если в тяговых системах используются резьбовые соединения
- Защитная маска
- по меньшей мере , две пары [HV](#) изоляционные перчатки (не истек)
- Два высоковольтных изолирующих одеяла площадью не менее 1,0 м² каждое
- Защитные очки с боковыми щитками для всех членов команды, которые могут работать на тяге система или аккумулятор

Все элементы электробезопасности должны быть рассчитаны как минимум на максимальное напряжение системы тяги.

IN4

[EV ONLY] E LECTRIC A L I NSPECTION

В 4.1

Общие определения электроинспекции

IN4.1.1

Сопротивление изоляции между землей [TS](#) и LVS будет измерено. Автомобили с максимальное напряжение ТС, меньшее или равное 250 В, будет измеряться при 250 В и транспортных средствах

с максимальным напряжением TS более 250 В при 500 В.

Механическая проверка IN5

Чтобы пройти это испытание, измеренное сопротивление изоляции должно быть не менее 500 Ом / В относительно

Максимальное напряжение ТС автомобиля.

IN4.1.2

[ИМИ](#) будут испытаны путем подключения резистора между TSMP см EV4.7 и LVS заземляющий разъем, см. [EV 4.7.8](#).

Испытание считается пройденным, если [IMD](#) отключает TS в течение 30 с при сопротивлении 50% ниже значения отклика , который соответствует 250 Ом / V .

В 4.2

Электрические проверки необходимых предметов

В 4.2.1

Следующие элементы должны быть представлены при электрическом осмотре:

- один [ESQ](#)
- Автомобиль с установленным аккумулятором [TS](#)
- Быстрый домкрат и нажимная панель
- Образцы [печатных плат](#) собственного дизайна, [которые](#) являются частью тяговых систем и находятся за пределами аккумуляторный контейнер, см. [EV 4.3.6](#)
- Инструменты, необходимые для проверки [BSPD](#) , см. T11.6.9
- Технические данные для всех частей, используемых в тяговых системах
- Оригинальные наклейки для материала без серийного номера, напечатанного в соответствии с [T1.2.1](#)
- Инструменты, необходимые для (разборки) сборки деталей для электрического осмотра

- Распечатки вопросов о правилах (если применимо)

IN5

MECHANICAL INSPECTION

V 5.1

Механический осмотр Необходимые предметы

V 5.1.1

Следующие элементы должны быть представлены при механическом осмотре:

- Автомобиль в состоянии готовности к гонке
- Быстрый домкрат и нажимная панель
- Самый высокий водитель команды
- Копии любых форм эквивалентности структур безопасности
- Копии любых требований к данным по аттенюатору
- Распечатки вопросов о правилах (если применимо)
- Испытательный образец аттенюатора удара (кроме команд со «стандартным» [IA](#))
- Команды с монококком: испытательные образцы ламината
- Команды из легированной стали: образцы для испытаний
- Только инструменты, необходимые для (разборки) сборки деталей для механического осмотра.

IN6 [только DV] Инспекция без водителя

IN6

[DV ONLY] DRIVERLESS INSPECTION

V 6.1

Цель инспекции без водителя

IN6.1.1

Цель проверки [DV](#) состоит в том, чтобы доказать, что:

- Все внедренные датчики, включая их монтаж и расположение, соответствуют правилам.
- [RES](#), ASMS, EBS, ASSI и система регистрации данных работают как указано.

V 6.2

Требуется проверка без водителя

V 6.2.1

Требуются следующие предметы:

- один [ASR](#)
- Автомобиль (в полностью собранном, готовом к гонке состоянии, включая установленный регистратор данных (см. [DV 1.3](#))
- Паспорта для всех датчиков восприятия
- Документы, которые подтверждают, что все датчики восприятия соответствуют местному законодательству
- [RES](#) пульт дистанционного управления
- [ASF](#)
- Инструменты, необходимые для (разборки) сборки деталей для осмотра [DV](#)
- Распечатки вопросов о правилах (если применимо)

V 6.3

Проверка [EBS без](#) водителя

IN6.3.1

Производительность [EBS](#) будет проверяться динамически и должна демонстрировать производительность описано в [DV 3.3](#).

IN6.3.2

Тест будет проводиться по прямой линии, отмеченной конусами, аналогичными ускорению.

IN6.3.3

Во время проверки тормозов автомобиль должен разогнаться в автономном режиме до скорости не менее 40 км / ч.

в течение 20 м. С момента срабатывания [RES](#) , транспортное средство должно остановиться на расстоянии не более 10 м

V 6.3.4

В случае мокрой трассы, тормозной путь будет зависеть от должностных лиц на уровне трения трассы.

IN7

Т ИЛТ Т ЭСТ

В 7.1

Процедура испытания наклона

В 7.1.1

Испытание наклона будет проводиться с самым высоким водителем, полностью привязанным в нормальном положении вождения.

IN7.1.2

Испытание наклона будет проводиться при максимальном уровне заполнения всех жидкостей транспортного средства.

В 8 Взвешивание транспортного средства

IN7.1.3

Транспортное средство будет установлено на наклонный стол под углом 60 °. Там не должно быть жидкости

протечки и все колеса должны оставаться в контакте с поверхностью стола наклона.

IN8

V ENICLE W EIGHING

В 8.1

Процедура взвешивания автомобиля

В 8.1.1

Все автомобили должны быть взвешены в состоянии готовности к гонке.

IN8.1.2

Все жидкости должны быть на максимальном уровне заполнения для взвешивания.

IN9

[EV ONLY] R A T T EST

В 9.1

Общие определения испытаний на дождь

В 9.1.1

Транспортные средства должны пройти электрический осмотр, см. [IN 4](#), чтобы попытаться провести испытание на дождь.

В 9.2

Процедура испытаний на дождь

IN9.2.1

Автомобиль должен быть в состоянии готовности к гонке. Все компоненты и конструкции, используемые для

Защита автомобиля от воды во время испытаний на дождь должна использоваться в течение всего соревнования.

IN9.2.2

Тяговая система должна быть активна во время испытания на дождь.

IN9.2.3

Автомобиль должен быть поднят с помощью домкрата, см. [T13.2](#), и все ведущие колеса должны удалить.

В 9.2.4

Транспортное средство не должно быть в режиме готовности к вождению, см. [EV 4.11](#).

В 9.2.5

Тест будет проводиться без водителя.

IN9.2.6

Вода будет распыляться на автомобиль с любого возможного направления. Водный спрей похож к транспортному средству, движущемуся под дождем, а не прямой струей воды под высоким давлением.

В 9.2.7

Испытание считается пройденным, если [IMD](#) не срабатывает во время распыления воды на автомобиль в течение 120 с.

и через 120 с после прекращения распыления воды.

IN10

[ТОЛЬКО CV] N OISE T EST

В 10.1

Процедура шумового теста

IN10.1.1

Уровень звука будет измеряться во время статического теста.

IN10.1.2

Транспортное средство должно соответствовать всем скоростям двигателя до максимальной скорости испытания, см.

[CV3.2.1](#)

IN10.1.3

Команды должны принести ноутбук, чтобы указать скорость двигателя, измеренную с помощью [электронного управления](#)

[Блок \(ECU\)](#).

IN11 Проверка тормозов

IN10.1.4

Измерения будут проводиться с помощью микрофона со свободным полем, который должен быть свободен от

уровень выпускного отверстия на расстоянии 0,5 м от конца выпускного отверстия под углом 45 ° с выход в горизонтальной плоскости.

IN10.1.5

Если имеется более одного выпускного отверстия, испытание будет повторяться для каждого выпуска и самое высокое чтение будет использовано.

IN10.1.6

Если выхлоп имеет какое-либо активное устройство или систему регулировки или дросселирования, оно должно быть

соответствует правилам во всех позициях. Регулируемые вручную устройства настройки должны требовать

инструменты для их изменения и не должны быть перемещены или изменены после прохождения теста на шум.

Положение устройства должно быть видно должностным лицам и должно использоваться должностными лицами вручную.

во время теста на шум

IN10.1.7

Испытание будет проводиться с нейтральной коробкой передач. Во время этого теста автомобиль должен быть поднят

с помощью быстрого домкрата (см. [T 13.2](#)).

IN10.1.8

После прохождения проверки на шум функцию главного выключателя, установленного в кабине, отключение

Кнопка и инерционный переключатель будут проверены.

IN10.1.9

После прохождения [IN10.1.8](#) воздухопроницаемость системы впуска будет проверена путем закрытия впуск, после которого двигатель должен заглухнуть.

IN11

В рейк T EST

В 11.1

Процедура испытания тормоза

IN11.1.1

Заблокируйте все четыре колеса и остановите автомобиль по прямой в конце ускорения указано чиновниками без остановки двигателя.

IN11.1.2

[EV ONLY] После ускорения тяговая система должна быть отключена водителем и водитель должен тормозить, используя только механические

тормоза. Для [TSAL](#) приемлемо переключение

зеленый цвет вскоре после того, как транспортное средство полностью остановилось, как сокращение системы

напряжение может занять до 5 с.

IN11.1.3

Будут проверяться стоп-сигнал и освещение [TSAL](#) , и официальные лица проверят, освещение удовлетворительное для наружного наблюдения.

IN11.1.4

[EV ONLY] Будет проверен звук готовности к вождению, и официальные лица проверит, Уровень звука удовлетворительный.

IN11.1.5

[ТОЛЬКО DV] Тест [EBS](#) (см. IN6.3) проводится после того, как все остальные элементы IN11 имеют были пройдены.

IN12

POST EVENT INSPECTION

В 12.1

Процедура проверки после события

IN12.1.1

Чиновники оставляют за собой право изъять любое транспортное средство в любое время во время или после любого из динамические события для проверки на соответствие правилам. При необходимости автомобиль останется с официальными лицами, пока нарушение команды не обсуждалось с командой.

IN 12 Post Event Inspection

IN12.1.2

После соревнования на выносливость и трекдрайв транспортное средство должно быть помещено в парк, где нет

Член команды может получить доступ к автомобилю.

IN12.1.3

После любого динамического события транспортное средство должно соответствовать правилам.

IN12.1.4

За каждое нарушение правил команда получает отдельный штраф следующим образом:

- Группа А: Нарушение правил без преимущества для команды
- Группа В: Нарушение правил с пользой для команды (например, аэродинамическое устройство)

Ускорение Skidpad Autocross Endurance Trackdrive

Группа А 0.3 с

0,3 с

2 с

30 с

30 с

Группа В 1 с

1 с

5 с

2 мин

2 мин

Штраф применяется ко всем пробегам, так как автомобиль в последний раз въехал в динамическую зону.

В 12.1.5

Нарушение правил, касающихся безопасности или окружающей среды (например, [BOTS](#), проблемы с ремнями безопасности, дорожный просвет, утечки жидкости, шум) приводят к [дисквалификации \(DQ\)](#) для данного конкретного пробега.

IN12.1.6

Потеря части транспортного средства на трассе приведет к [DQ](#) для этого конкретного пробега.

В 12.1.7

Изменения массы автомобиля более чем на ± 5 кг по сравнению с официальным техническим осмотром вес (см. [IN8](#)) приводит к штрафу в 20 баллов за каждый кг, на который превышен допуск. Например разница в весе $\pm 6,2$ кг приводит к штрафу в 40 баллов.

IN12.1.8

[ТОЛЬКО EV] Транспортное средство должно быть в состоянии войти в режим готовности к вождению, см. [EV4.11](#), во время после процесс проверки для всех испытаний, требующих этого режима. Нарушение приведет к [DQ](#).

IN12.1.9

[ТОЛЬКО EV] Сразу после выдержки и ухода из парка, каждая команда должна вернуться в зона зарядки для разборки устройства регистрации температуры (если используется на соревнованиях) от аккумулятора [TS](#) см. EV 5.8.5.

IN12.1.10 [EV или DV ONLY] Сразу после трекдрайва или выдержки и выхода из parc fermé, данные регистратор, см. [EV 4.6](#) или DV 1.3, будет демонтирован с автомобиля.

BUSINESS PLAN PRESENTATION EVENT (BPP)

S 1.1

Цель презентации бизнес-плана

S 1.1.1

Целью [BPP](#) является оценка способности команды разрабатывать и предоставлять бизнес-модель Sive, которая демонстрирует свой продукт - прототип гоночного автомобиля - может стать выгодная возможность для бизнеса, которая создает денежную прибыль.

S1.1.2

К судьям следует относиться так, как если бы они были потенциальными инвесторами или партнерами Бизнес модель.

S1.1.3

Бизнес-план должен касаться конкретного прототипа гоночного автомобиля, представленного в конкурсе. Качество фактического прототипа не будет рассматриваться как часть оценки [BPP](#).

S 1.2

Порядок представления бизнес-плана

S 1.2.1

Презентации ограничены максимум десятью минутами. Судьи остановят любую презентацию превышение десяти минут

S 1.2.2

Презентация не будет прерываться вопросами. Сразу после презентации будет сессия вопросов и ответов.

S1.2.3

Один или несколько членов команды могут представить бизнес-план.

S 1.2.4

Все члены команды, участвующие в [BPP](#), должны находиться на подиуме и должны быть представлены судьи в начале презентации. Члены команды, которые были представлены может отвечать на вопросы судей, даже если они на самом деле не присутствовали.

S1.2.5

Команды, не представившиеся в установленный срок, получают ноль очки за [BPP](#).

S1.2.6

Перед соревнованием определенная тема глубокого погружения, которая должна быть частью десяти минут Презентация, будет опубликована на сайте конкурса.

S 1,3

Видео тангажа

S1.3.1

Убедить потенциальных инвесторов или партнеров в том, что презентация команды достойна их время, требуется, чтобы [видео Pitch Business Plan \(BPPV\) было](#) представлено до конкуренции. Видео о тональности должно рассматриваться как первое впечатление о бизнесе Идея и должна содержать соответствующие инвестиционные цифры.

S1.3.2

[BPPV должна](#) быть представлена в режиме онлайн через веб - сайт конкурса, не поздний срок Указано в справочнике конкурса.

S 2 Стоимость и производственное мероприятие

S1.3.3

[BPPV должен](#) не превышать длину 30 с и должны быть в едином формате видео, например , AVI, MPG, MP4, WMV.

S 1.4

Оценка бизнес-плана

S1.4.1

[BPP](#) будет оцениваться по категориям , указанным в следующей таблице:

категория

Точки

Видео тангажа

10

новизна

10

содержание

20

Финансы

10

Тема глубокого погружения

10

Демонстрация и структура

15

Доставка

10

Вопросов

10

Общее впечатление

5

Общее количество

100

S1.4.2

Судейство на соревнованиях начнется с первоначального судейства, где будут оцениваться все команды. разными судейскими группами. Лучшие команды затем оцениваются всеми бизнес-судьями в [ВРР](#).

Финал.

S1.4.3

Оценка [БПС](#) основана на среднем значении баллов, выставленных каждым из судей.

S1.4.4

Очки для не финалиста рассчитываются следующим образом:

$BPP_SCORE = 70$

(P_{team}

P_{max}

)

P_{team} - это результат команды

P_{max} - наивысшая оценка, присуждаемая любой команде, не участвующей в финале

S1.4.5

Подсчет очков из [ВРР](#) финалистов будут варьироваться от 75 до 71 баллов и оцениваются сразу после финала [БПП](#) всеми судьями.

S2

COST и MANUFACTURING EVENT

S 2.1

Стоимость и цель производства

S2.1.1

Целью мероприятия и производственного мероприятия является оценка понимания командой производственные процессы и затраты, связанные со строительством гоночного прототипа машина. Это включает в себя обмен решениями между содержанием и стоимостью, принятие или покупка решений и

понимание различий между прототипом и массовым производством.

S 2.2

Стоимость и порядок изготовления

S 2.2.1

До начала конкурса необходимо представить три [документа с отчетом о затратах \(CRD\)](#) (см. S 2.3). на сайт конкурса в срок, указанный в руководстве конкурса.

S 2 Стоимость и производственное мероприятие

S2.2.2

Во время соревнований будет проходить обсуждение с судьями, рядом с командой. средство передвижения. Обсуждение разделено на две части:

S 2.2.3

Часть 1 « Обсуждение [спецификаций](#) »:

Дискуссия для оценки способности команды подготовить точный инженерный и производственный Тьюринговая [спецификация](#) для всего автомобиля. Команда должна доказать следующее:

- Спецификация транспортного средства в [CRD](#) точно отражает транспортное средство, доставленное в соревнование.
- Расходы в рамках спецификации спецификации [\(CBOM\) с указанием](#) стоимости являются правильными и

реалистичный.

- Производственная возможность автомобиля.

S 2.2.4

Часть 2 «Понимание стоимости»:

Дискуссия для оценки общей стоимости и производственных знаний команды.

S2.2.5

Команды должны представить свое транспортное средство в назначенное время судьям. Команды, которые пропускают

их временной интервал потеряет все баллы стоимости за этот день.

S 2.2.6

Команды могут приносить электронные, рукописные или распечатанные раздаточные материалы, флипчарты и т. П.

к событию, но доступное пространство может быть ограничено.

S 2.3

Документы отчета о расходах (CRD)

S 2.3.1

[CRD](#) состоит из следующих документов:

- [Спецификация](#), включающая DBOM и CBOM, создана онлайн на сайте конкурса
- Файл вспомогательного материала, загруженный в виде файла PDF на веб-сайт конкурса.
- Файл с объяснением стоимости загружен в виде файла PDF на веб-сайт конкурса.

S2.3.2

Изменения в [CRD](#) не будут разрешены после установленного срока.

S2.3.3

Журнал изменений об автомобиле, так как крайний срок подачи [CRD](#) может быть представлены на обсуждении [спецификации](#) судьям. Недостающие части спецификации не могут быть частью

журнал изменений.

S2.3.4

Все [CRD](#) должны быть представлены либо в печатном, либо в цифровом виде на обсуждение мероприятия.

S2.3.5

Инструмент веб-сайта предоставит версию [спецификации](#) для печати в формате PDF .

S2.3.6

Бумажная копия должна быть в кольцевом переплете со страницами DIN A4 (или аналогичными).

S2.3.7

Команда должна обеспечить, чтобы два судьи могли рассматривать [CRD](#) независимо.

S2.3.8

Представленный [CRD](#) должен совпадать с загруженными версиями, иначе пять штрафных очки будут вычтены из оценки командных событий.

S 2.4

Спецификация (BOM)

S2.4.1

[BOM является](#) упорядоченным списком для каждой части транспортного средства.

S 2 Стоимость и производственное мероприятие

S2.4.2

[BOM должны](#) перечислить все части и оборудование , установленные на прототипе автомобиля в любое время соревнования.

S 2.4.3

[Спецификация](#) структурирована следующим образом :

- [Спецификация](#) разбита на «системы» (см. S2.4.4), которые определяются веб-инструмент.
- Каждая «система» разбита на «сборки», которые определяются веб-сайтом инструмент.
- Каждую «сборку» можно разбить на «сборочные единицы», которые должны быть определяется командой.
- Каждая «сборка» или «сборка» разбита на «части», которые должны быть определяется командой.

S 2.4.4

«Системы»:

- Тормозная система
- Двигатель и Трансмиссия
- шасси и кузов
- электрические
- Разное, Fit и Finish
- Рулевая система
- Подвеска
- Колеса, колесные подшипники и шины
- [DV ONLY] Автономная система

S2.4.5

«Сборки» каждой «системы» предоставляются инструментом веб-сайта.

S2.4.6

При добавлении «частей» в [спецификацию](#) необходимо тщательно изучить раздел комментариев. Название выбранной детали должно четко описывать то, что включено. Например, если весна включенная, «часть» не должна называться «демпфером».

S2.4.7

Только метрические единицы должны использоваться в [спецификации](#).

S 2.4.8

Только сухие шины и колеса согласно [Т 2.5.1](#) должны быть включены и должны быть установлены на транспортном средстве во время судейства.

S2.4.9

Две или три системы [спецификации](#) должны быть DBOM, см. S2.5.

S2.4.10

Одна или две системы [DBOM](#) должны быть CBOM, см. S2.6.

S 2.5

Подробный перечень материалов (DBOM)

S2.5.1

Процессы производства всех деталей из двух или трех систем [спецификации](#) , указанных в Конкурсное пособие должно быть указано в [DBOM](#).

S 2.5.2

Дополнительно к [спецификации](#) , DBOM должна:

- Включите фактические связанные производственные процессы для каждой детали, которые используются для прототип автомобиля.
- Включите инструменты (например, сварочные приспособления, формы, шаблоны и штампы).
- Не включают никакие расходы, за исключением «систем», описанных в [S2.6](#).

S2.5.3

В дополнение к структуре [спецификации](#) , DBOM имеет следующую структуру:

- Каждая «часть» разбита на «материалы» и «процессы».
- Каждый «процесс» может быть разбит на «инструмент» и «крепеж», если это применимо.

S2.5.4

Каждая составляющая «часть» «сборки» должна быть классифицирована как «купленная» или «изготовленная».

S 2.5.5

Для каждой «купленной детали» должны быть включены только крепежные детали (при необходимости). Если часть была изменена, связанные процессы для этой модификации должны быть включены.

S2.5.6

Для каждой «изготовленной детали» сырье, все производственные процессы, оснастка и все необходимое крепеж должен быть включен.

S2.5.7

«Процессы» - это необходимые операции для производства «части» из «материала».

S2.5.8

«Материал» - это сырье детали, например. алюминий.

S2.5.9

«Инструмент» - это необходимый инструмент, используемый для преобразования «материала» в желаемую форму.

S 2.5.10

«Крепеж» - это дополнительные элементы, необходимые для сборки «детали».

S 2.6

Расчетная ведомость материалов (СВОМ)

S2.6.1

Фактические затраты на прототип транспортного средства в том виде, в котором они представлены, должны быть включены для одной или [двух спецификаций](#) система (и), указанная в справочнике соревнований.

S2.6.2

Расчет стоимости должен включать затраты на материалы, изготовление, закупленные детали и сборка на транспортное средство и должна быть завершена настолько реалистично, насколько это возможно.

S2.6.3

Расчет стоимости должен исключать исследования, разработки и капитальные затраты для реального поместья (например, завод или часы разработки команды).

S 2.6.4

Все расходы должны быть указаны в евро. Для расчета цены в евро из других валют, команда должна предоставить используемые курсы обмена.

S2.6.5

Там нет максимальной стоимости. Квитанции не требуются для каких-либо предметов.

S2.6.6

Если производственный инструмент связан с процессами, специфичными для геометрии детали, он должны быть включены. Например, штампы для штамповки кронштейна шасси являются инструментами.

S2.6.7

Стоимость ручного или электроинструмента не должна быть включена.

S2.6.8

Оценки для скоростей обработки, почасовых ставок, включенных накладных расходов и т. Д. Должны быть показаны.

S 2.7

Файл вспомогательного материала

S2.7.1

Файл вспомогательного материала представляет собой документ, содержащий дополнительную информацию, которая позволяет судьи, чтобы понять [спецификацию](#). В него должны входить чертежи, чертежи в разобранном виде и / или фотографии транспортного средства и частей, включенных в [спецификацию](#).

S 2.8

Файл объяснения стоимости

S2.8.1

Файл объяснения стоимости представляет собой документ, содержащий дополнительные объяснения, которые позволяют судьи, чтобы понять затраты в [рамках СВОМ](#) части спецификации.

S2.8.2

Файл объяснения стоимости должен указывать, какая модель затрат использовалась и какие типы расходы включены. В нем также должно быть указано, какие конкретные значения затрат использовались, например, стоимость.

одного машинного часа работы.

S 2.9

Стоимость и состояние автомобиля

S2.9.1

Транспортные средства должны быть представлены по стоимости и производству, судья по готовому состоянию, полностью собранный, укомплектованный, готовый к гонке и с его сухими шинами (см. [T2.5](#). 1).

S 2.9.2

Судьи не будут оценивать какое-либо транспортное средство, представленное по стоимости и на производственном мероприятии, в том, что они считают незаконченным государством и будут награждать ноль баллов за весь случай.

S2.9.3

Транспортные средства могут быть представлены на суд без прохождения технического осмотра, даже если окончательная настройка и настройка в процессе.

S2.9.4

Обложки и / или части могут быть удалены во время оценки, чтобы облегчить доступ и представление компонентов или концепций.

S 2.10

Сметная стоимость и производство

S2.10.1

Стоимость и производственное мероприятие будут оцениваться по категориям, указанным в следующей таблице:

категория

Точки

Формат и точность документов

5

Знание документов и транспортных средств

5

Обсуждение [спецификации](#) и спецификации

35

Дискуссия, часть 2 «Понимание стоимости»

55

Общее количество

100

S2.10.2

Если элементы отсутствуют в [спецификации](#), баллы снимаются до тех пор, пока не будут набраны ноль баллов за

«Содержание и полнота [спецификации](#)» :

Отсутствует пункт

Точки

сборочный

-5

Часть

-3

Процесс / Материал

-1

S2.10.3

Максимум четыре лучших команды будут выбраны для участия в стоимости и производстве финал для определения стоимости и производственных событий победителя. Стоимость и изготовление Финалы будут проводиться отдельно от первоначального судейства, и команды будут проинформированы об их

участие во время мероприятия.

S 2.10.4

Очки для не финалиста рассчитываются следующим образом:

$COST_SCORE = 95$

(P_{team}

P_{max}

)

S 3 Инженерное проектирование

P_{team} - это результат команды

P_{max} - наивысшая оценка, присуждаемая любой команде, не участвующей в финале

S2.10.5

Оценка стоимости и изготовления финалистов будет варьироваться от 100 до 96 баллов.

S3

ENGINEERING DESIGN EVENT

S 3.1

Цель инженерного проектирования

S3.1.1

Концепция дизайна мероприятия заключается в оценке инженерного процесса и усилий студента это вошло в проект транспортного средства, встречая намерение соревнования.

S3.1.2

Запатентованные компоненты и системы, которые включены в дизайн транспортного средства, как закончено

предметы не оцениваются как единица, разработанная студентом, а оцениваются только на основании команды

выбор и применение этого подразделения.

S3.1.3

[DV ONLY] Для команд [DV](#) оценка, касающаяся способности автомобиля управлять автономно также будет частью этого события. Поэтому все системы, которые необходимы для привода автономно будет расследоваться. Это также включает в себя обсуждение аппаратного и программного обеспечения, используемое в [AS](#).

S 3.2

Отчет по инженерному проектированию (EDR)

S 3.2.1

[EDR](#) должен содержать описание краткого общего транспортного средства с обзором и выводом проектных целей команды. Любая информация для охвата, объяснения или выделения дизайна особенности, концепции, методы или цели, чтобы выразить ценность и производительность транспортного средства

Судьи должны быть включены по усмотрению команд.

S3.2.2

[EDR](#) не должен превышать восемь страниц, состоящие из не более пяти страниц контента (текст, который может включать рисунки и графики) и три страницы рисунков.

S3.2.3

Три чертежа [EDR](#) (без визуализации) должны показывать транспортное средство спереди, сверху и сторона. Каждый рисунок должен появиться на отдельной странице.

S3.2.4

Любые меры для облегчения просмотра чертежей (например, размеры, детали, цвета) могут быть использованы по усмотрению команд.

S3.2.5

Любые части [EDR](#), которые превышают пять страниц контента и / или три страницы рисунков не будет оцениваться.

S3.2.6

Если включены, титульные листы и оглавления будут считаться текстовыми страницами.

S3.2.7

[EDR будет](#) использоваться для сортировки команд в соответствующие очереди проектирования на основе качества

его обзора.

S3.2.8

Доказательства информации, упомянутой в [EDR](#), должны быть представлены на конкурс и доступны, по запросу, для рассмотрения судьями.

S 3.3

Лист технических характеристик (DSS)

S3.3.1

Заполненная [DSS](#) должны быть представлены в Интернете на сайте конкурса.

S 3 Инженерное проектирование

S3.4

[DV ONLY] Автономный проектный отчет (ADR)

S3.4.1

[ADR будет](#) использоваться для сортировки команд в соответствующие очереди проектирования, на основе качества

его обзора.

S 3.4.2

[ADR](#) должен содержать описание автономной системы с обзором и выводом проектных целей команды. Любая информация для охвата, объяснения или выделения дизайна особенности, концепции, методы или цели, чтобы выразить ценность и эффективность Автономная система для судей должна быть включена по усмотрению команды.

S3.4.3

Доказательства информации, упомянутой в [ДОПОГ](#), должны быть представлены на конкурс и доступны, по запросу, для рассмотрения судьями.

S3.4.4

[ADR должен](#) не превышать пять страниц контента (текст, который может включать в себя фотографии и графики).

S3.4.5

Любые части [ДОПОГ](#) , превышающие пять страниц контента, не будут оцениваться.

S3.4.6

[ADR должна](#) быть записана в виде научного доклада.

S 3.5

Процедура технического проектирования

S3.5.1

Событие разработки начинается с представления [DSS](#) , EDR и [только DV] [ADR](#) и их обзор соответственно.

S 3.5.2

На соревнованиях команды представят свои знания и свое транспортное средство судьям, которые оценит работу команд в соответствии с целями проекта, указанными в главе [S3.1](#).

S3.5.3

Некоторые команды могут быть выбраны для участия в финале проекта для определения инженерных победитель дизайнерского мероприятия. Финальные соревнования будут проводиться отдельно от первоначальной оценки и

Команды будут проинформированы об их участии во время мероприятия.

S3.5.4

Команды могут приносить любые фотографии, рисунки, схемы, запасные части или другие материалы, которые они

Мы поддерживаем проектное событие, но пространство, предоставленное для оценки проекта, может быть ограниченное.

S3.5.5

[EV ONLY] Только герметичные аккумуляторные контейнеры, прошедшие проверку аккумулятора может быть представлен или установлен в транспортном средстве. Они не должны быть открыты.

S3.5.6

[только EV] Только полностью разряженные и электрически укороченные запасные аккумуляторные батареи или запасные стеки могут быть представлены.

S 3.6

Инженерное проектирование Состояние автомобиля

S3.6.1

Транспортные средства должны быть представлены для проектирования в готовом состоянии, полностью собраны, готов к гонкам.

S3.6.2

Судьи не будут оценивать какие-либо транспортные средства, представленные на дизайнерском мероприятии, в том, что они считается незавершенным государством и присуждает ноль баллов за весь проект дизайна.

S3.6.3

Транспортные средства могут быть представлены для оценки конструкции без прохождения технического осмотра, даже если выполняется окончательная настройка и настройка.

S 3 Инженерное проектирование

S3.6.4

Крышки и / или детали могут быть удалены во время проектирования, чтобы облегчить доступ и представление компонентов или концепций.

S 3.7

Критерии оценки инженерного проектирования

S3.7.1

Судьи оценивают инженерные усилия на основе [DSS](#) , EDR и [DV команды]. только] [ADR](#), ответы на вопросы и осмотр транспортного средства.

S3.7.2

Судьи будут осматривать транспортное средство, чтобы определить, являются ли концепции дизайна адекватными и подходит для применения (относительно целей, изложенных в правилах).

S3.7.3

Судьи могут вычесть очки, если команда не может адекватно объяснить конструкция транспортного средства.

S 3.8

Оценка инженерного дизайна

S3.8.1

Максимальное количество очков, [полученных в результате](#) инженерного проектирования, составляет 150 баллов для [CV](#) / EV и 300 баллов очки для [DV](#).

S3.8.2

Максимальные оценки, перечисленные в таблице 6, относятся к событию инженерного проектирования. категория

[CV](#) и EV очки DV очки

Общая концепция автомобиля 40

75

Производительность автомобил 30

30

Механическое / Структурное Проектирование 20

20

Тяговая система / Трансмиссия 30

30

LV-Electrics / Электроника / Оборудование 10

35

Интерфейс драйвера 15

-

Автономная функциональность

D YNAMIC E VENTS G ENERAL

D 1.1

Ограничения водителя

D1.1.1

В общей сложности для каждой команды разрешено минимум четыре и максимум шесть гонщиков.

D1.1.2

Отдельный водитель не может участвовать в более чем двух динамических событиях.

D1.1.3

Событие на выносливость и эффективность считается одним событием.

D1.1.4

[DV ONLY] Командам [DV](#) необходимо зарегистрировать хотя бы одного водителя для ручного испытания тормоза, но возможно

зарегистрируйте до трех драйверов для тестирования в ручном режиме.

D 1.2

Динамическая зона и динамические жилеты

D1.2.1

Технические проверки и все динамические события проводятся в динамической области.

D1.2.2

Четыре динамических жилеты раздаются каждой команде официальными лицами и должны быть надеты в динамическая зона.

D1.2.3

Только четыре члена команды, включая гонщика, могут одновременно входить в динамическую зону.

D1.2.4

Водители не должны носить динамический жилет, сидя в автомобиле. Жилет водителя должен не быть привязанным к транспортному средству.

D1.2.5

Количество инструментов, которые могут использоваться в этой области, ограничено теми, которые могут быть безопасно

осуществляется четырьмя членами команды в одной поездке.

D1.2.6

Двигатели могут запускаться в постановочной очереди по заказу чиновников.

D2

D RIVING R ULES

D2.1

Флаги

D2.1.1

Сигналы флага - это команды, которым нужно подчиняться немедленно и без вопросов.

D2.1.2

[ТОЛЬКО DV] Не будет никаких флаговых знаков [для DV](#) в автономном режиме.

D2.1.3

ЧЕРНЫЙ ФЛАГ - водитель должен вытащить в зону смены драйвера для обсуждения с чиновники по поводу инцидента. Временное наказание может быть оценено.

D 2.1.4

ЧЕРНЫЙ ФЛАГ С ОРАНЖЕВОЙ ТОЧКОЙ - Механический черный флаг. Водитель должен тянуть в зона смены водителя для механического осмотра автомобиля, что-то было замечено это требует более тщательного осмотра.

D 2 Правила вождения

D 2.1.5

СИНИЙ ФЛАГ - водитель должен съехать в обозначенную зону прохождения, чтобы проехать быстрее конкурент. Водитель должен подчиняться сигналам следов маршалов в конце зоны прохождения.

D2.1.6

ПРОВЕРЕННЫЙ ФЛАГ - Сессия была завершена. Водитель должен покинуть трассу в первая возможность.

D 2.1.7

ЗЕЛЕНый ФЛАГ -

- Сессия началась, водитель может войти в трек под указанием трека маршалы. В случае остановки автомобиль может быть перезапущен, но водитель должен ждать еще один зеленый флаг, поскольку пробка в пробке могла закрыться.
- Водителю разрешено повторно войти в трек после использования медленной полосы, чтобы позволить более быстрое транспортное средство проходят.
- Водитель может снова набрать скорость после отображения желтого флага.

D2.1.8

КРАСНЫЙ ФЛАГ - водитель должен немедленно прийти к безопасной и контролируемой остановке на треке и должен следовать указаниям маршалов.

D2.1.9

ЖЕЛТЫЙ ФЛАГ - опасность, водитель должен сбавить скорость, что-то случилось за флаг станции, обгона нет, если только не по указанию маршалов.

D2.1.10

КРАСНЫЙ И ЖЕЛТЫЙ ПОЛОСНЫЙ ФЛАГ - Трасса скользкая или что-то на гонках поверхность, которая не должна быть там. Водитель должен быть готов к уклончивым маневрам, чтобы избежать ситуация.

D 2.2

Вождение под властью

D2.2.1

Во время вождения необходимо поддерживать механическую целостность автомобиля.

D 2.2.2

Транспортные средства не должны двигаться задним ходом.

D2.2.3

Автомобиль должен быть способен запускаться и перезапускаться без посторонней помощи / аккумуляторов при все время.

D 2.2.4

Push-старты запрещены.

D2.2.5

На практике транспортные средства могут приводиться в движение только при работе в динамическом режиме.

трек и во время проверки тормозов.

D2.2.6

Вождение вне сайта абсолютно запрещено. Обнаружено, что команды вели свой автомобиль на расположение за пределами площадки в период проведения соревнования будет исключено из соревнования.

D2.2.7

Выгорание до и во время событий запрещено.

D2.2.8

[ТОЛЬКО DV] Во время автономного вождения [ASR должен](#) присутствовать при управлении гонкой с в [RES](#). Кроме того, одно устройство мониторинга (ноутбук, планшет, ...) может быть принесен (нет сложная конструкция антенны или подобное!).

D 2.3

Дорожный просвет

D2.3.1

Скользящие юбки или другие аэродинамические устройства, которые по конструкции, изготовлению или, как следствие, движения, контакт с дорожкой запрещен. Любое нарушение может быть наказано механический черный флаг.

D 2 Правила вождения

D 2.4

Тренировочный трек

D2.4.1

Тренировочная трасса для тестирования и тюнинга автомобилей доступна.

D2.4.2

[ТОЛЬКО DV] Будет доступен тренировочный трек для [DV](#) (автономный / ручной).

D2.4.3

Чтобы использовать тренировочную дорожку, транспортные средства должны пройти все технические осмотры.

D2.4.4

Практика или тестирование в любом месте, кроме тренировочного трека, абсолютно запрещены.

D2.5

[ТОЛЬКО DV] Конусы и маркировка

D2.5.1

[ТОЛЬКО DV] Подробная информация об используемых конусах и более подробные рисунки расположения дорожек можно найти в

Справочник конкурса.

D2.6

[DV ONLY] Процедура запуска

D2.6.1

Запрещено запускать дополнительное оборудование (например, ноутбук, домкрат, напорный бак и т. Д.). автомобиль на линии постановки / старта.

D 2.6.2

Если транспортное средство не переходит в состояние [«Готово»](#) в течение 1 минуты после постановки, команда может

быть отправленным обратно в зону подготовки чиновниками.

D2.6.3

Автомобиль можно ставить только с прямой системой рулевого управления.

D2.6.4

Транспортное средство может быть выдвинуто из зоны подготовки к линии старта с активированным [LVS](#).

D2.6.5

[EBS](#) может быть вооружен уже в зоне подготовки.

D 2.6.6

В [ASMS может](#) быть включена только в ASR после одобрения от официального запуска в линия.

D2.7

[ТОЛЬКО DV] поломки транспортных средств и использование [ВИЭ](#)

D2.7.1

Остановка двигателя или отключение тяговых систем по любой причине во время динамического события приведет к выполнению [Not Not Finish \(DNF\)](#), поскольку автономной системе не разрешено перезапускать двигатель / реактивировать тяговую систему.

D 2.7.2

Если по какой-либо причине транспортное средство останавливается, попытка продолжить водить машину. Если автомобиль не перезапустится в течение 30 с, он будет деактивирован с [помощью RES](#), что считается

отключен и забил как [DNF](#) для бега.

D2.7.3

Когда автомобиль едет в автономном режиме, в гонке должен присутствовать один [ASR](#) управление для дистанционного управления [RES](#) .

D2.7.4

[ASR или](#) должностные лица может остановить транспортное средство с использованием ВИЭ в любом из следующих случаев:

- Его поведение кажется неконтролируемым (например, движение вне курса без видимого намерения немедленно вернуться на трек).
- Механически или электрически поврежден.
- Средняя скорость первых трех кругов в трекдрайв (после завершения третьего круга) ниже 2,5 м / с или средняя скорость любого из следующих кругов ниже 3,5 м / с .

D 3 Погодные условия

• Обеспечить безопасные условия на трассе (например, людей или животных на трассе). В этом Если команда получит повторный запуск.

D2.7.5

Если транспортное средство выходит из строя или останавливается при использовании [ВИЭ](#), оно будет удалено из

трек, не будет разрешено повторно войти в трек и забил [DNF](#).

D2.7.6

Если появляется прослеживаемая потеря сигнала [RES](#) , и команда может предоставить несомненные доказательства

что это не было нанесено самому себе, повторный запуск может быть предоставлен.

D2.7.7

По указанию должностных лиц члены команды могут быть проинструктированы, чтобы получить сломанный транспортные средства. Это восстановление может быть сделано только под контролем чиновников.

D2.8

[DV ONLY] Процедура после завершения динамического события

D2.8.1

Автомобиль должен быть забран [ASR](#) и дополнительным членом команды сразу после одобрение чиновников.

D3

Вт Eather C ONDITIONS

D 3.1

Условия эксплуатации

D 3.1.1

Следующие условия трека распознаются:

- сухой
- влажный
- Влажный

D3.1.2

Условия эксплуатации определяются должностными лицами и могут измениться в любое время.

D3.1.3

Текущее рабочее состояние будет заметно отображаться в динамической области.

D 3.2

Разрешенные шины

D3.2.1

Команды должны запустить шины, разрешенные для каждого условия эксплуатации:

Условия эксплуатации Шины разрешены

сухой

сухой

Влажные

Сухой или влажный

Влажный

Влажный

D3.2.2

Когда условия эксплуатации влажные, команды могут переключаться между сухими и мокрыми шинами:

- В любое время во время событий ускорения, заноса и автокросса.
- В любое время, прежде чем взять зеленый флаг, чтобы начать выносливость.

D3.2.3

Если событие изменилось условия работы, минимальные уровни производительности, чтобы набрать очки могут быть скорректированы, если официальные лица считают это целесообразным.

D3.2.4

Во время всех динамических событий можно использовать только один комплект шин для каждого типа (сухой / мокрый).

Проверка тормозов, тренировочная зона и статические события исключены из этого правила.