

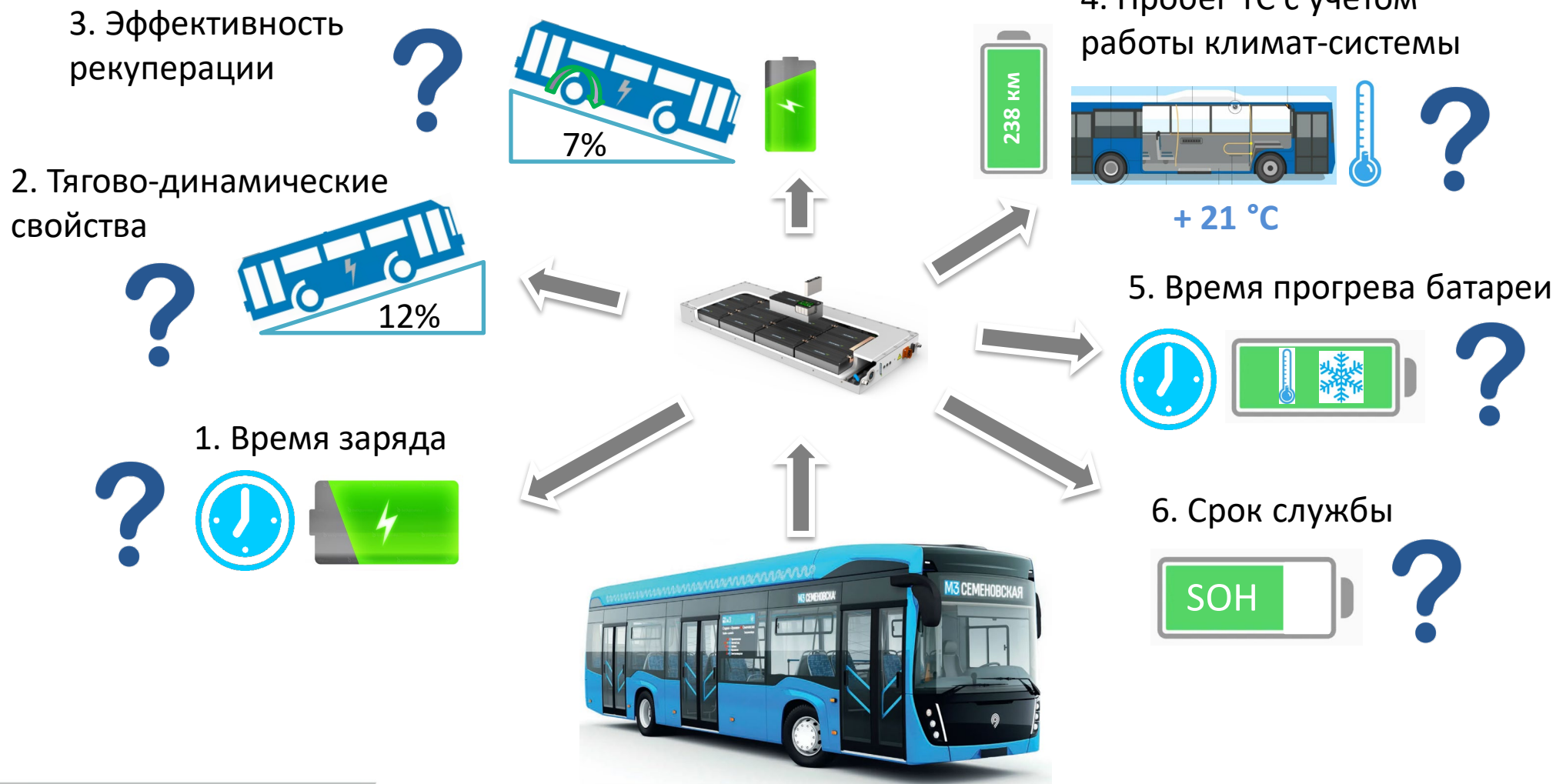


Режимы работы тяговой аккумуляторной батареи в составе транспортного средства при эксплуатации

Докладчик:
Маликов Рамиль Раильевич

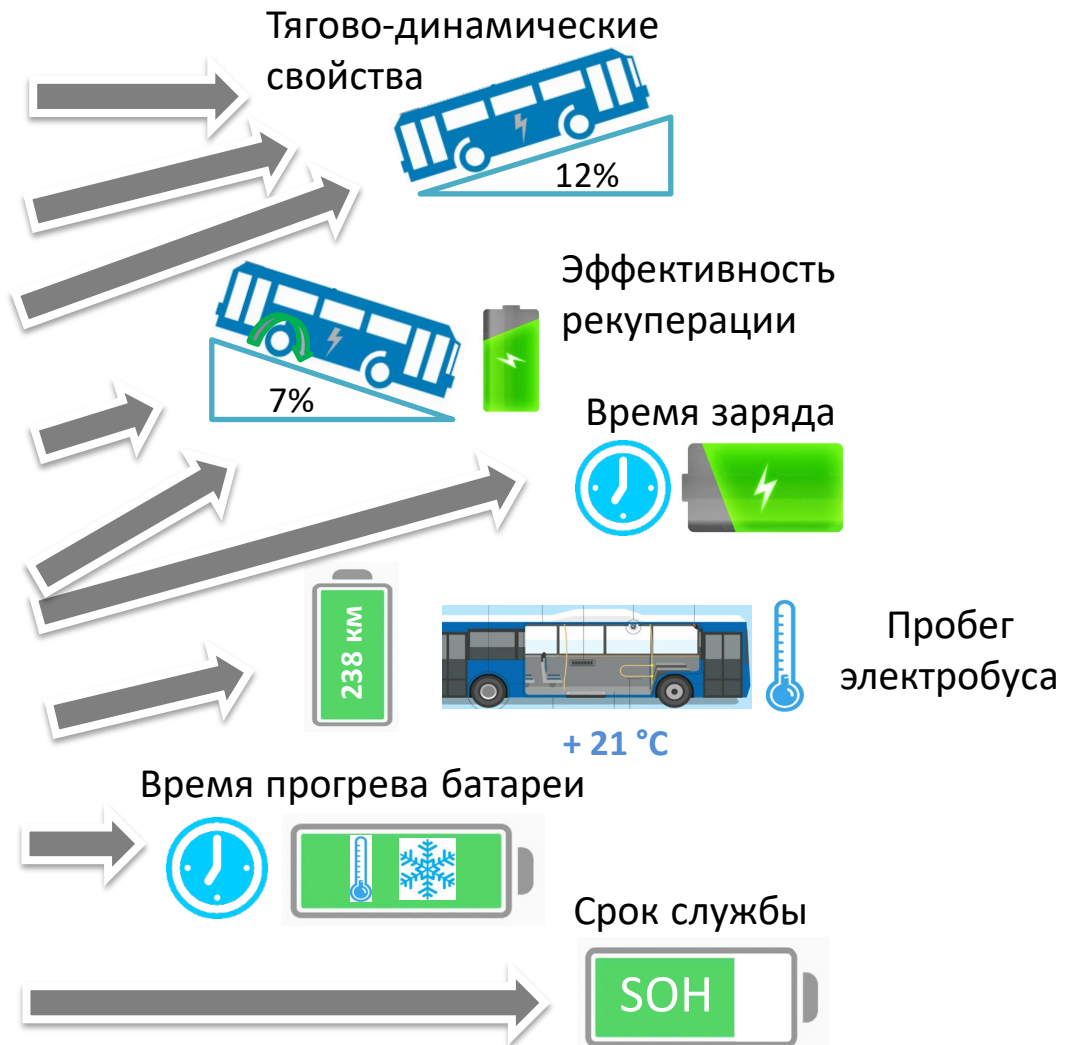
Соавтор:
Климов Александр Владимирович

При разработке ЭТС возникает множество вопросов связанных с интеграцией аккумуляторной батареи и влияния её характеристик на эксплуатационные свойства ТС

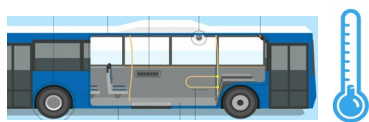
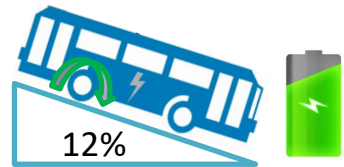
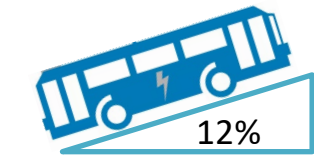


Перечисленные вопросы целиком зависят от характеристик ТАБ. Сопоставление параметров накопителя, которые напрямую влияют на эксплуатационные свойства электробуса

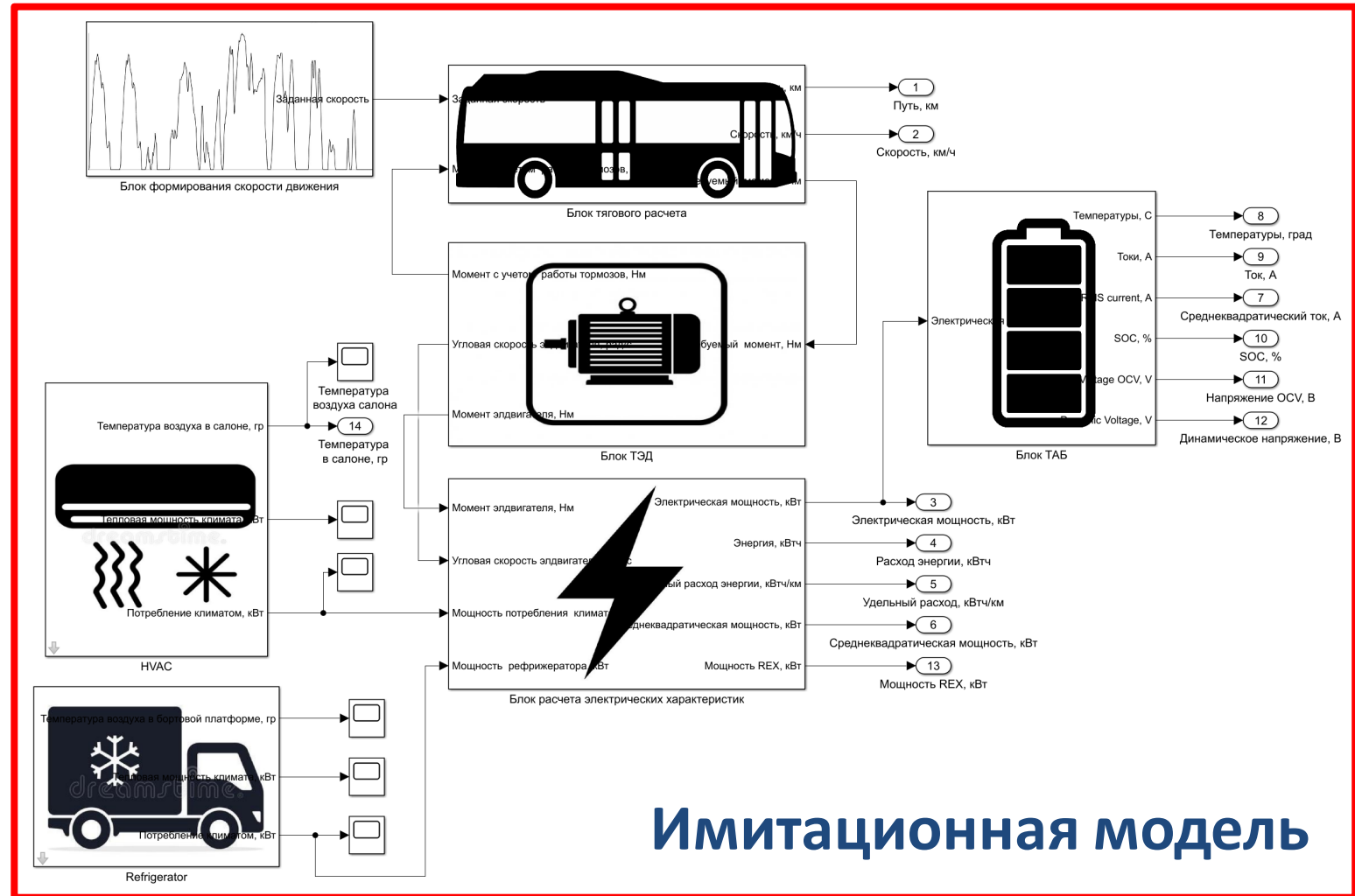
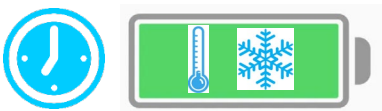
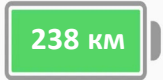
Основные параметры ТАБ
Диапазон напряжения
Пиковая мощность разряда
Длительная мощность разряда
Пиковая мощность заряда
Длительная мощность заряда
Энергоемкость
Диапазон температур
Ресурс



Для оценки влияния характеристик ТАБ на эксплуатационные показатели ТС используется ИМ, которая позволяет производить весь спектр необходимых виртуальных испытаний

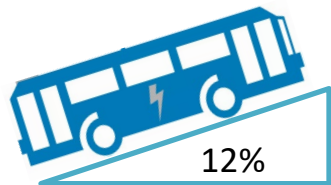


+ 21 °C



Имитационная модель

Проанализированы различные эксплуатационные случаи в результате, которых был определен цикл испытания для анализа динамических показателей ТС

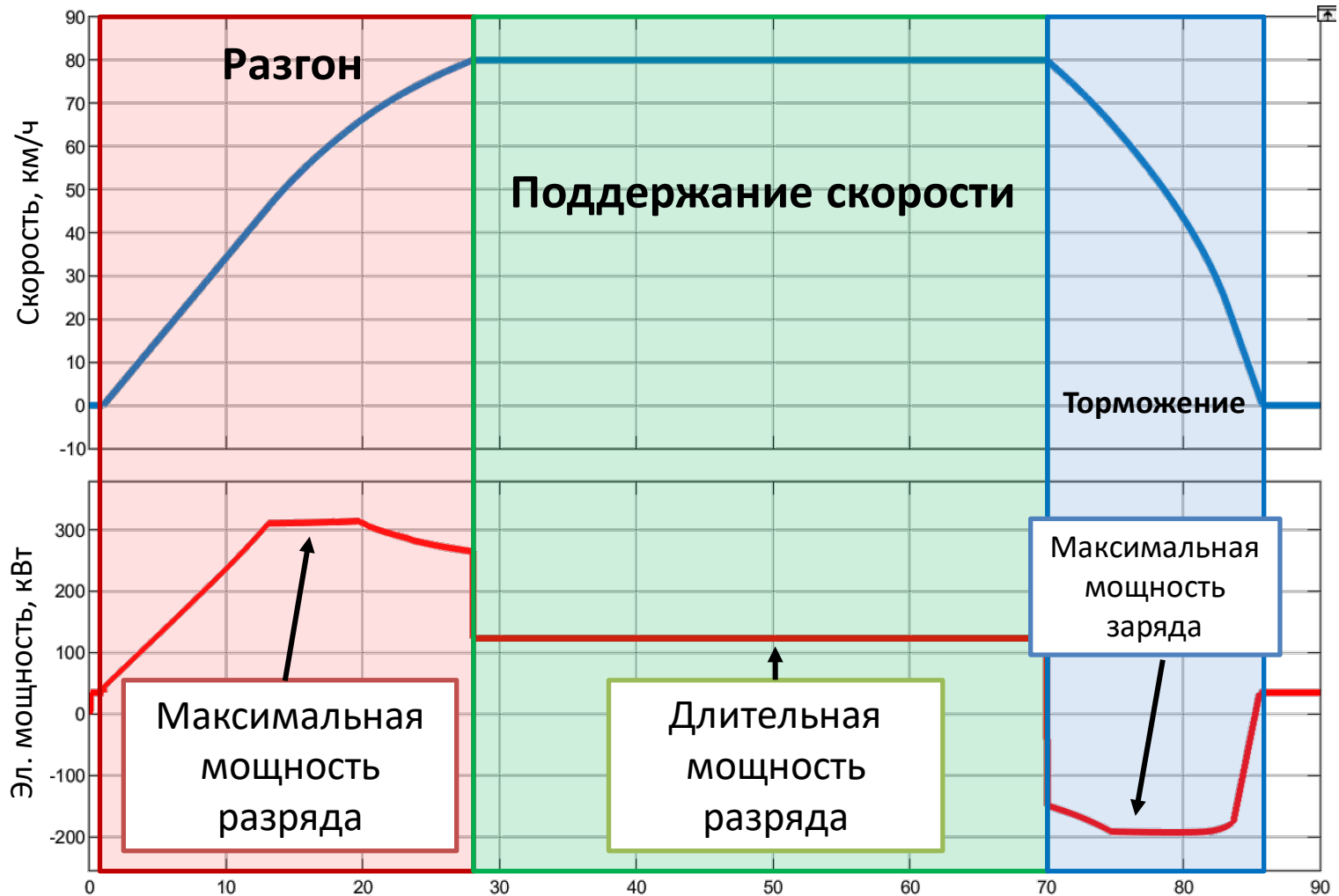


В зависимости от

Температур ТАБ, °С

Продольного уклон, %

SOC, %



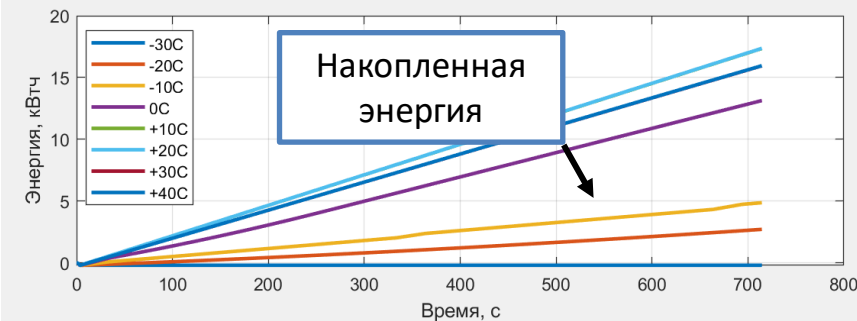
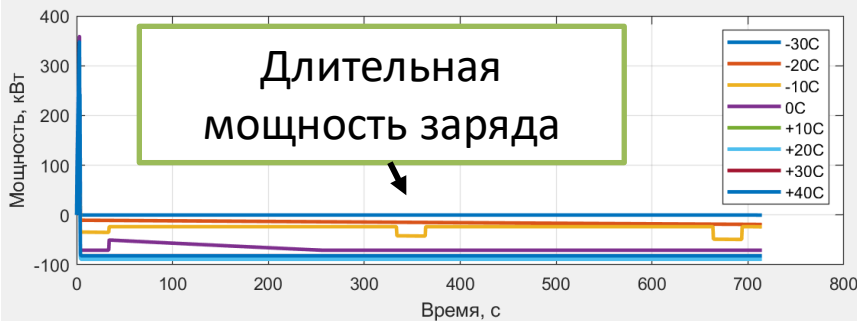
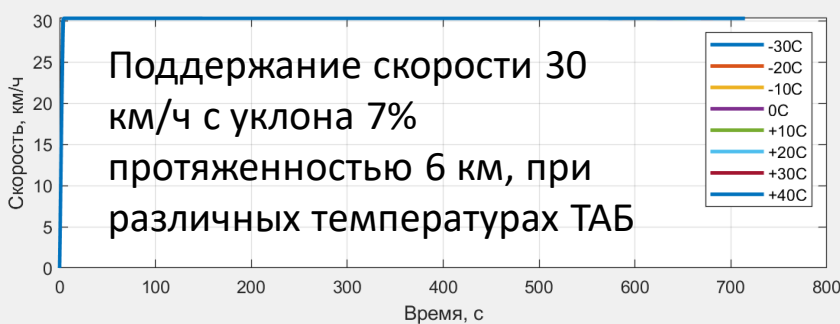
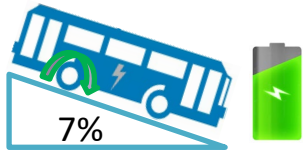
Динамические показатели ТС



Оценка величины мощности

Длительная зарядная мощность батареи оказывает влияние на 2 эксплуатационных фактора

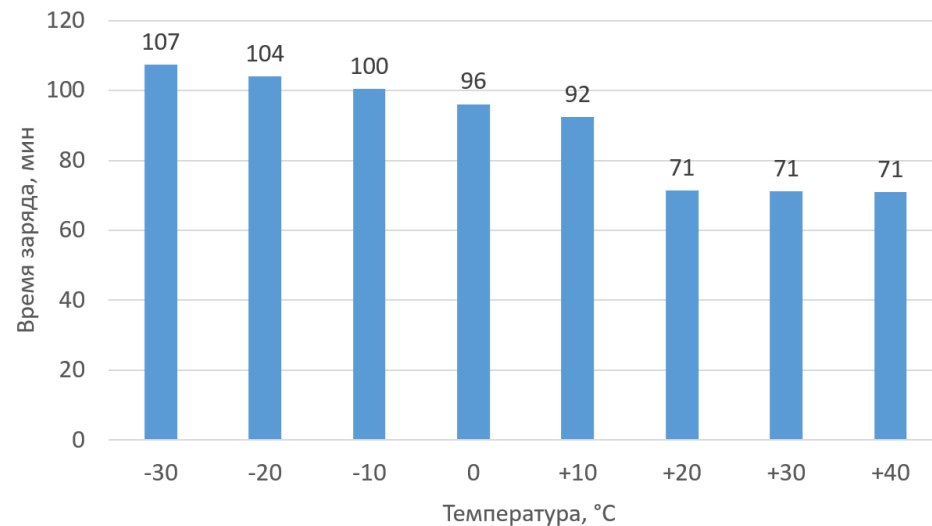
Рекуперативное поддержание скорости при движении в спуск



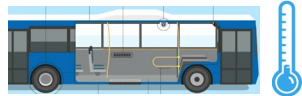
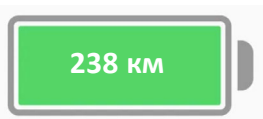
Оценка накопленной энергии в зависимости от температуры

Время заряда ТАБ от зарядной станции

Время заряда



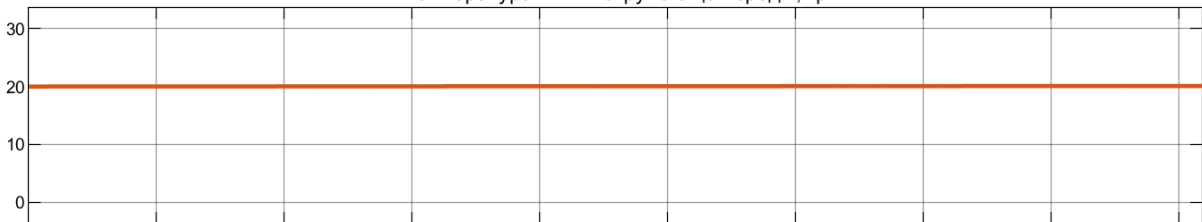
Оценка времени заряда в диапазоне температур



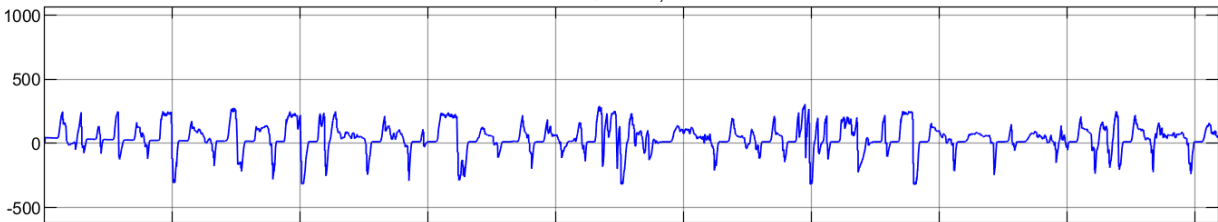
+ 21 °C

Для определения величины пробега на одном заряде проводится моделирование движения электробуса по городскому циклу ОСВ

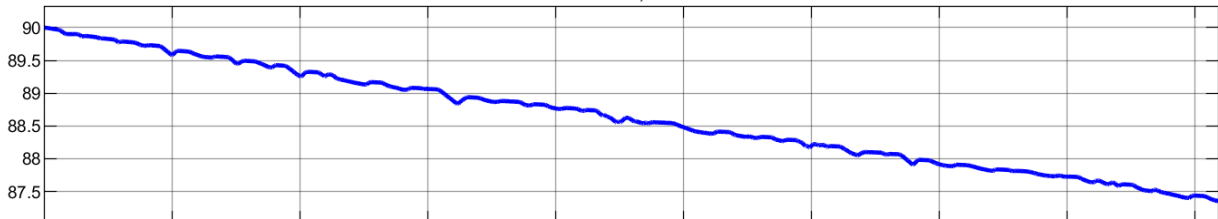
Температура ТАБ и окружающей среды, гр



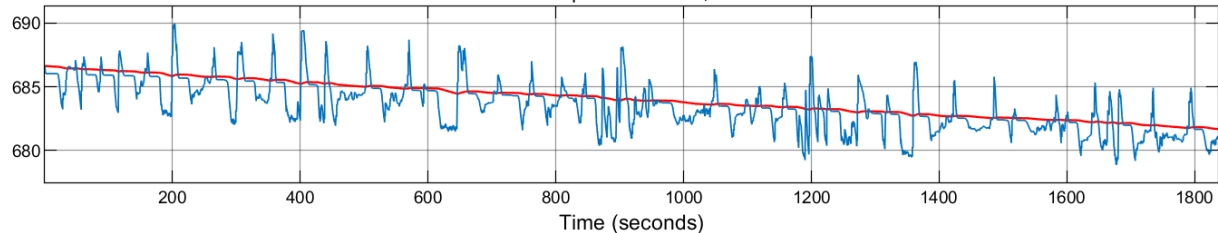
Ток ТАБ, А



SOC, %

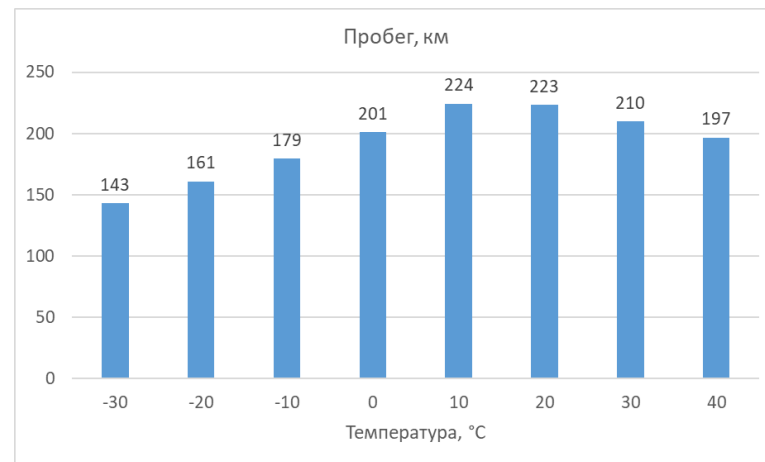


Напряжение ТАБ, В

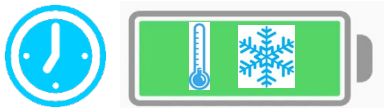


В зависимости от

Температур, °C

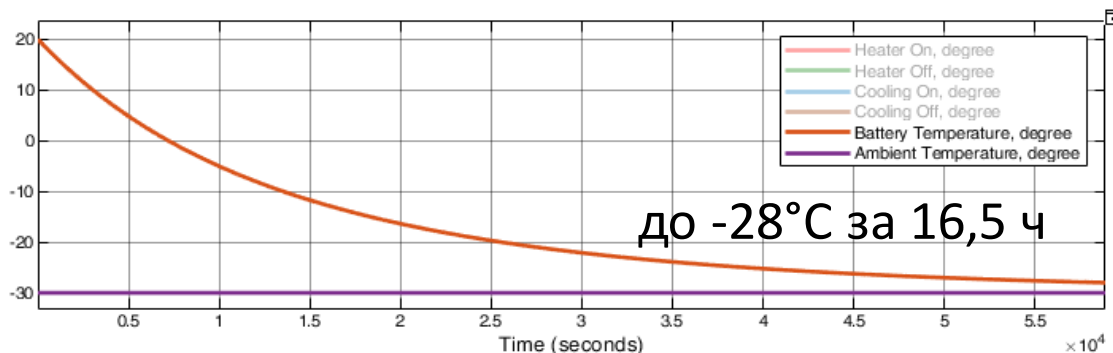


Оценка протяженности пробега на полном заряде ТАБ в диапазоне температур



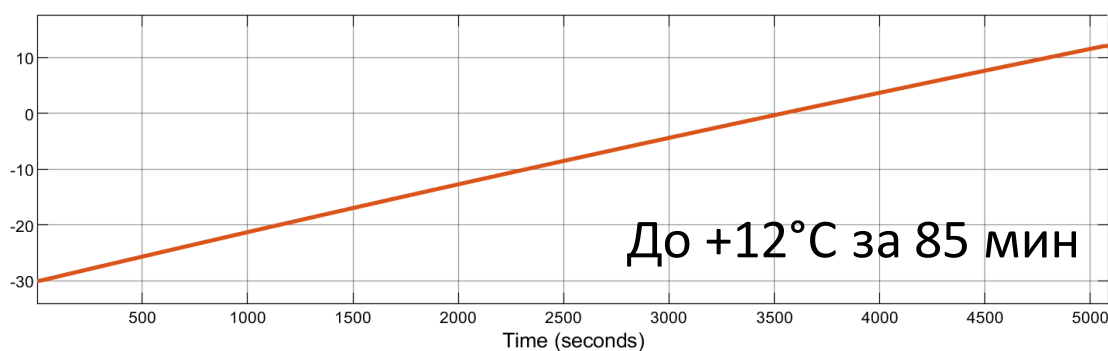
Для этого проводится серия расчетов выхолаживания батареи, чтобы понять до каких температур и за какое время батарея остывает, а также серия расчетов для определения времени прогрева

Температура охлаждения батареи



Оценка времени выхолаживания

Температура прогрева батареи

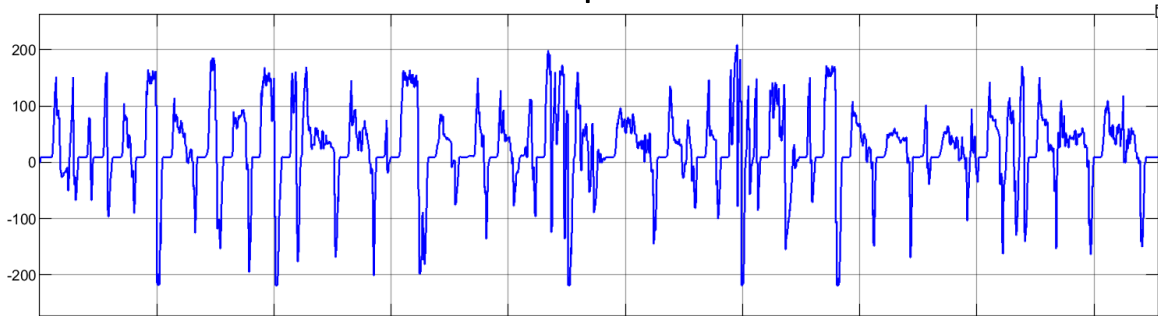


Оценка времени прогрева батареи

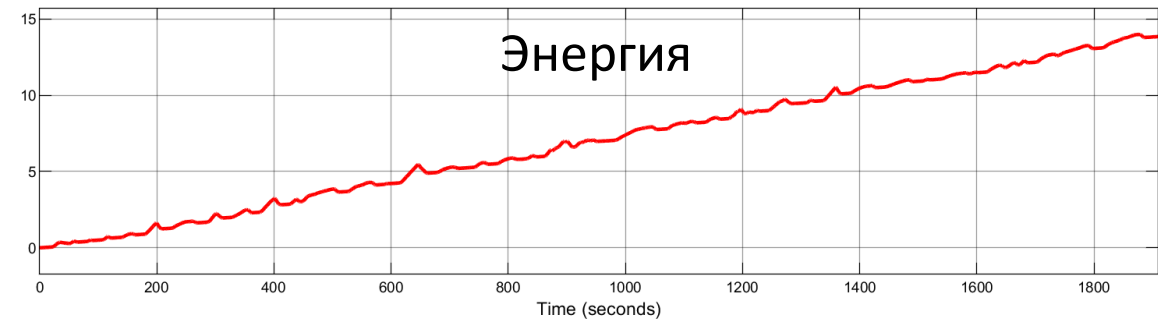


Определяется энергия при движении по среднестатистическому циклу и рассчитывается пропускная способность батареи за требуемый срок службы

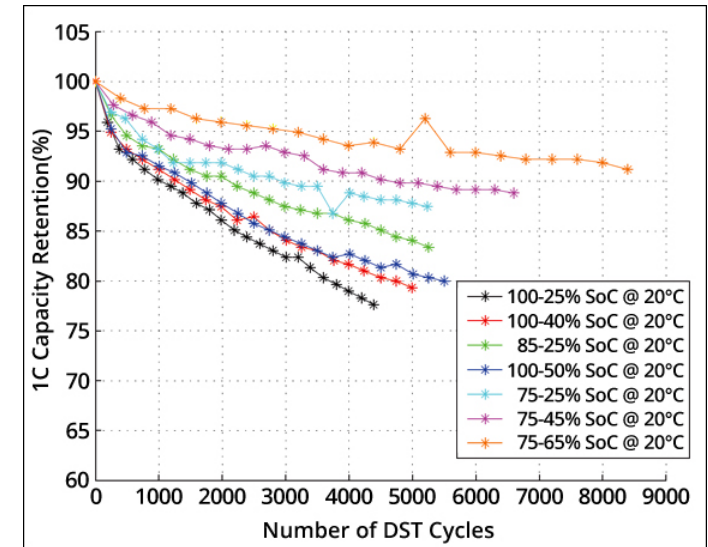
Мощность



Энергия



Результаты циклирования ячейки до остаточной емкости 80%



$$\text{рейсов} \times \text{дней} \times \text{лет} = \text{Требуемая пропускная способность}$$



$$\text{Пропускная способность батареи} = \text{Энергия} \times \text{циклов}$$



Оценка ресурса батареи

Сопоставление характеристик ТС и влияющие характеристики ТАБ

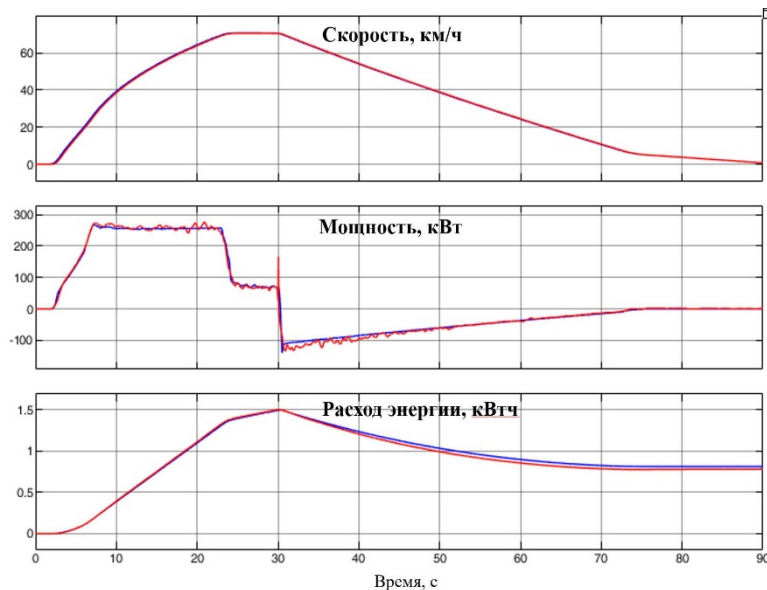
Используя метод бальной оценки или оценку критериев с помощью методов нечеткой логики можем определить наилучший вариант накопителя энергии

Характеристики транспортного средства	Батарея 1	Батарея 2	Батарея 3	Характеристики батареи
Разгон	5	5	5	Пиковый разряд
Максимальная скорость	5	5	5	Длительный разряд
Эффективное торможение	5	5	3	Пиковый заряд
Заряд	5	5	3	Длительный заряд
Пробег	5	4	3	Энергоемкость
Прогрев	5	5	5	Мощность прогрева
Выхолаживание	5	5	5	Теплоизоляция
Срок службы	5	4	3	Ресурс
Итого	5	4.75	4	Итого



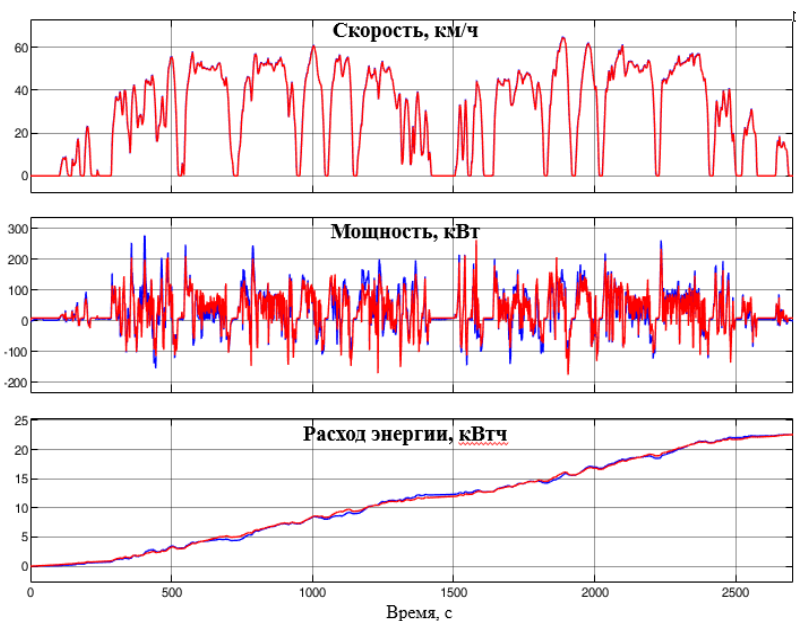
1 случай Разгон до максимальной скорости и торможение

Ошибка 1,5%

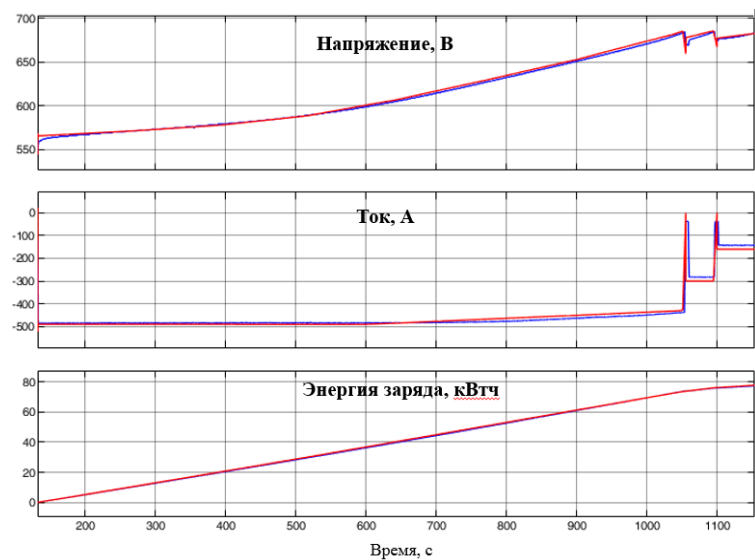


2 случай Движение по городскому маршруту

Ошибка 3%



3 случай Зарядная сессия



Ошибка 0,3%

1. Данное исследование даёт возможность определить наилучший вариант батареи путем многокритериальной оценки
2. Представленная имитационная модель дает возможность формирования технических требований к накопителю энергии
3. Существует возможность проводить анализ множества других характеристик, таких как время прогрева салона ТС, удельный расход на работу TMS и климатической установки и т.д.
4. Сходимость модели менее 3% процентов позволяет использовать её для виртуальных испытаний исключая при этом затраты на проведение стендовых и ездовых испытаний