



МАТЕРИАЛЫ ЛЕКЦИИ

ЛЕКЦИЯ 8

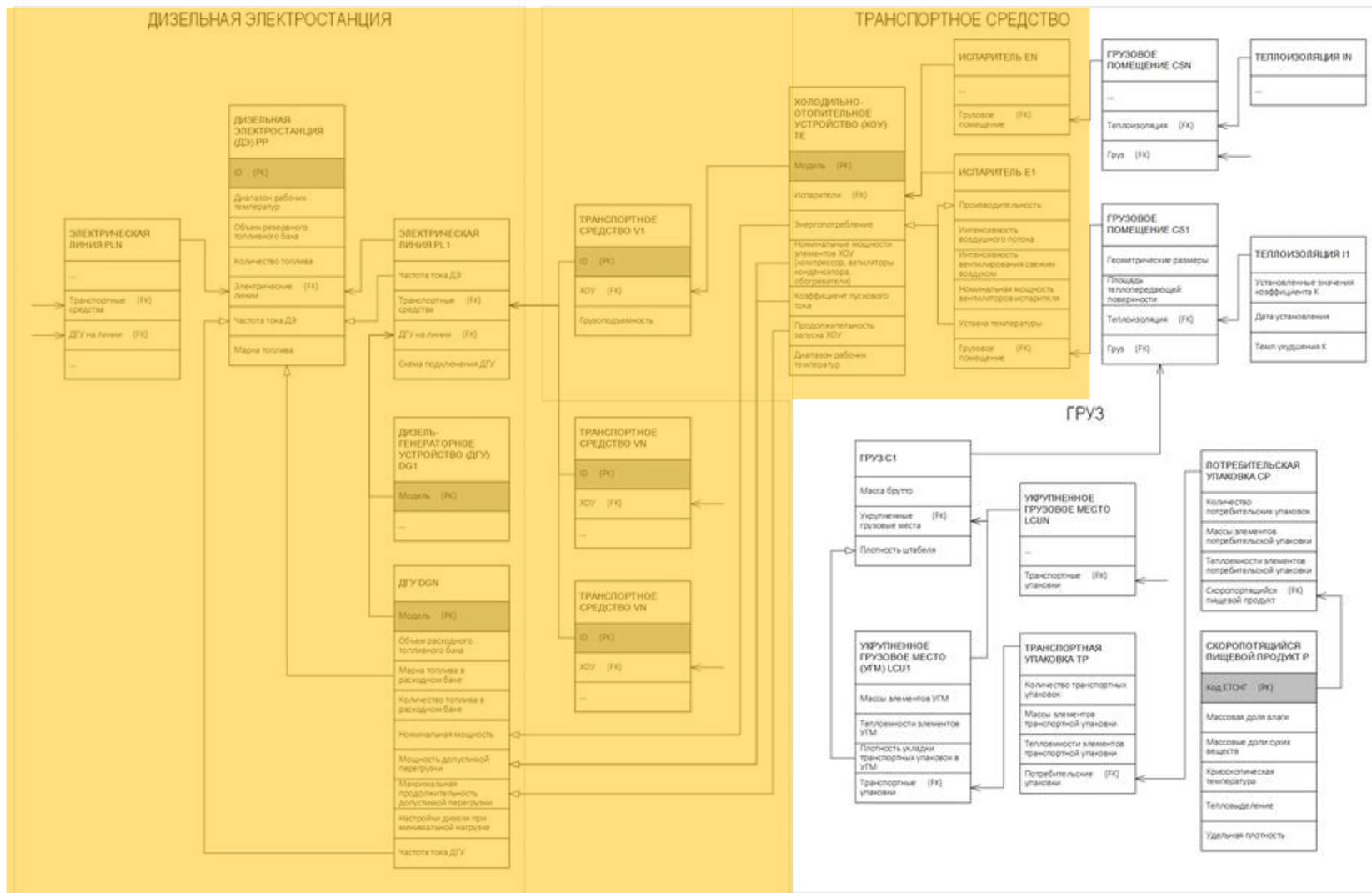
ПЕРЕВОЗКА С ПОДДЕРЖАНИЕМ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

к.т.н. Давыдов Денис Олегович

КОНТЕКСТ

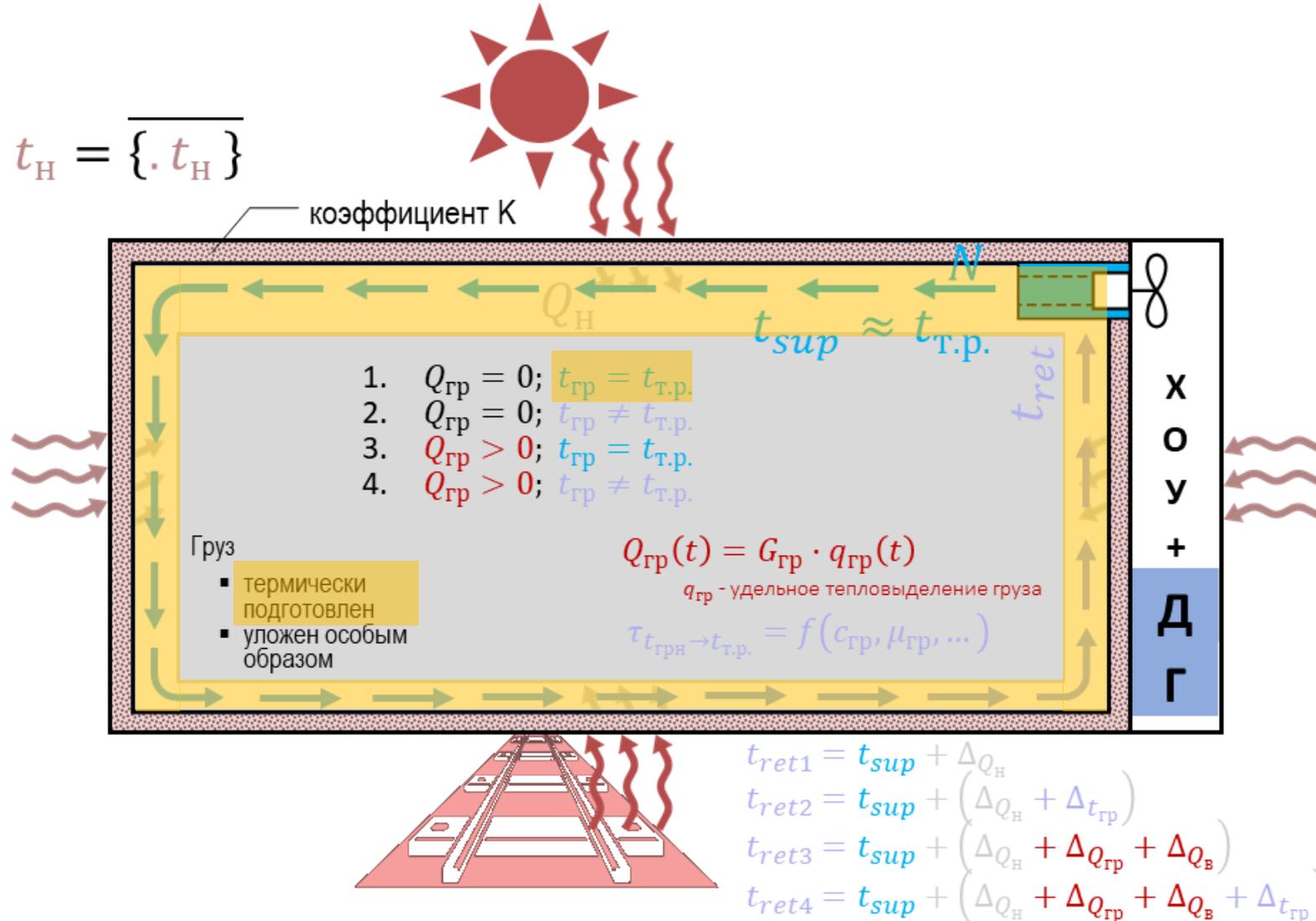
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ (ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ, СКОРОСТЬ ВЕТРА, БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ)



ЧТО ТАКОЕ ТЕМПЕРАТУРА ГРУЗА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ С ХОУ

ТЕПЛОБМЕН ДЛЯ КУЗОВА С ХОУ



Теплопроводность

- ✓ термическое сопротивление кузова $\gg 0$
- груз в режиме термостата, если $t_{т.р.} = t_{гр}$
- + работа ХОУ

ЛТ

- ✓ солнечное излучение
- ✓ теплоотдача от земли
- x нагрев кузова
- x $\Delta t_{и} = 0$

Конвекция

- в процессе вентилирования

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

НЕОБХОДИМО:

1. Определить возможные технологии перевозки для заданных параметров груза:
 - TX1 при $(ГРП = 0 \vee ГРП = 1) \wedge УПК = 1 \wedge (ВНТ = 0 \vee ВНТ = 1)$
 - TX2 при $(ГРП = 0 \vee ГРП = 1) \wedge (УПК = 1 \vee УПК = 2) \wedge ВНТ = 0$
 - TX3 при $ГРП = 0 \wedge УПК = 1 \wedge (ВНТ = 0 \vee ВНТ = 1)$
2. Определить расчетное температурное воздействие для заданных направления и способа организации перевозки, даты приема груза:
 - для TX1, TX2: $t_{ext} = \bar{t}_H$
 \bar{t}_H – средняя расчетная температура наружного воздуха, °C
 - для TX3: $t_{ext} = \{t_H + \Delta t_H\} = t_B$
 Δt_H – увеличение температуры внутри кузова от воздействия излучения (солнечного и от ж/д полотна), °C (при ВНТ = 1, $\Delta t_H = 0$)
 t_B – температура воздуха внутри кузова УКВ/УКК
3. В случае $((t_{ext} < t_{Tрmin}) \vee (t_{ext} > t_{Tрmax})) \wedge СПР = 0$ определить параметры использования технологий перевозки в части обеспечения ТТУ:
 - для TX1 – минимально необходимый запас топлива в дизель-генераторном устройстве (ДГУ) (V_{Tmin})
 - для TX2 – предельно допустимое значение коэффициента К (K_{max})

Для TX3 – произвести количественную оценку соблюдения ТТУ при перевозке

$$\left\{ \begin{array}{l} N_j \geq Q_{Hj} + Q_{Грj} + Q_{Bj} + Q_{t_{ГрH} \rightarrow t_{y_j}} \\ \sum_{j=1}^J W_j < W_H \\ \left(\tau_{Tр}(V_T) + \min_{j=1..J} (\tau_{T.остj}) \right) \geq \tau_{дост} \end{array} \right.$$

Приняв $\left(\tau_{Tр}(V_T) + \min_{j=1..J} (\tau_{T.остj}) \right) = \tau_{дост} \rightarrow V_{Tmin}$

$$Q_{Hj} = K_j \cdot F_j \cdot (\bar{t}_H - t_{y_j})$$

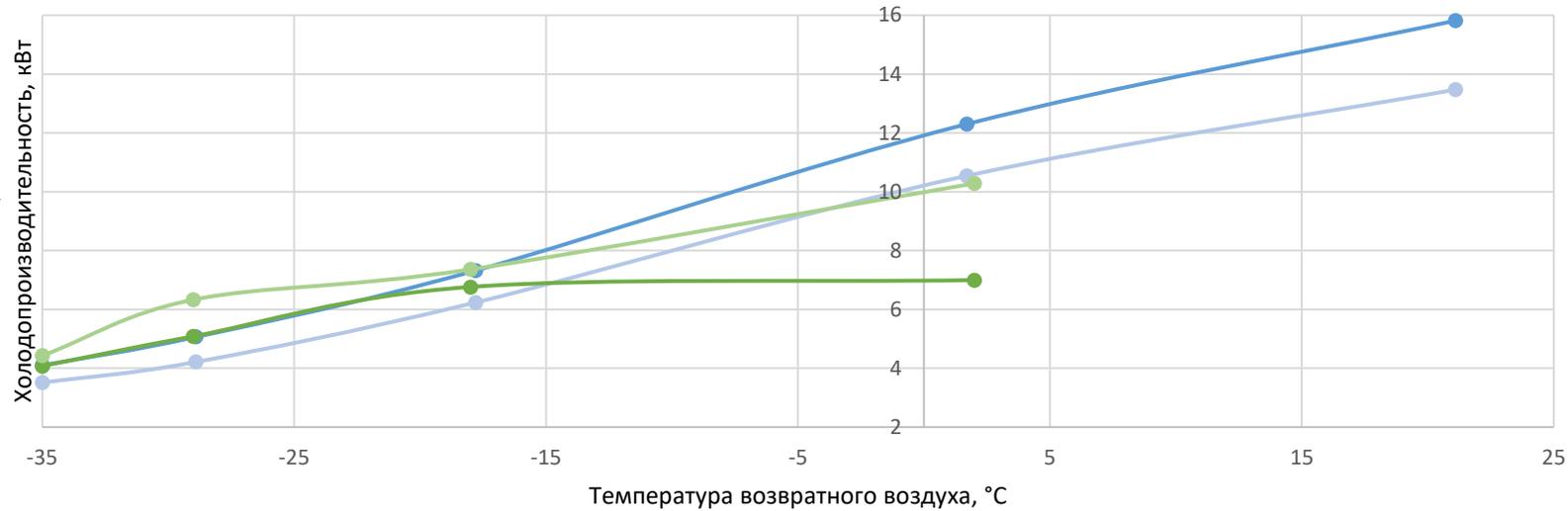
$$Q_{Грj} = q_{Гр} \cdot G_{Гр} \cdot (1 - \omega_{уп})$$

ПРОБЛЕМЫ

- 1) Как определить N и W
- 2) Как рассчитать $Q_B, Q_{t_{y \rightarrow t_{T.p.}}, V_{Tmin}$
- 3) Вероятность опасных режимов для ДЭ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ХОУ

$N \rightarrow$



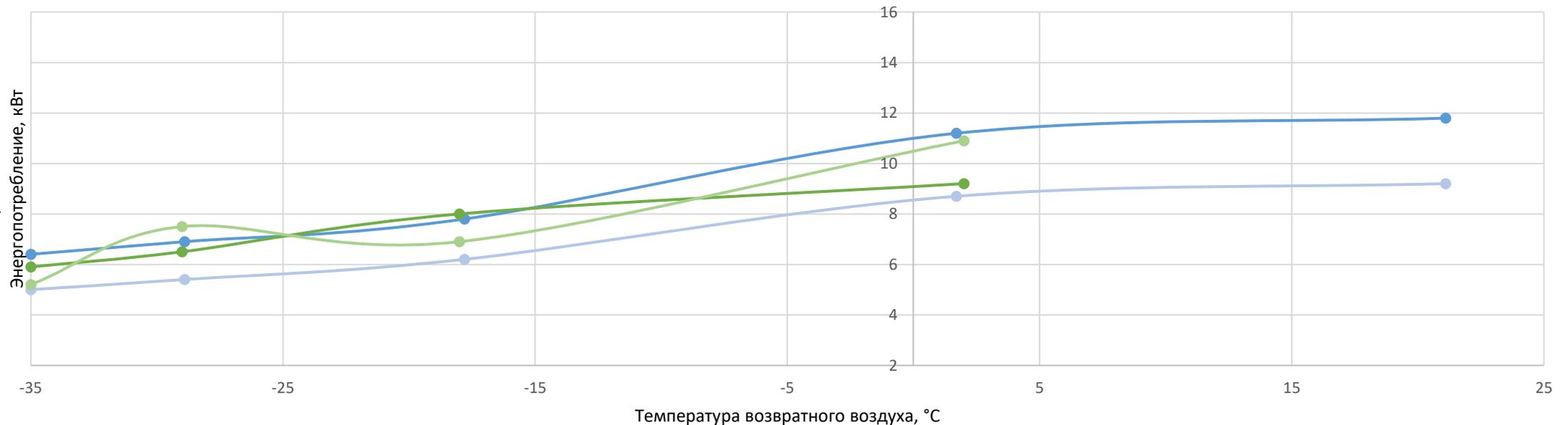
- Использовать operation manual по конкретной модели
- Выбрать систему тока (50/60 Гц)
- Интерполяция плохо, но выход

N_j нормально должен превышать суммарный теплоприток примерно вдвое, т.е. обеспечивать работу ХОУ с коэффициентом рабочего времени

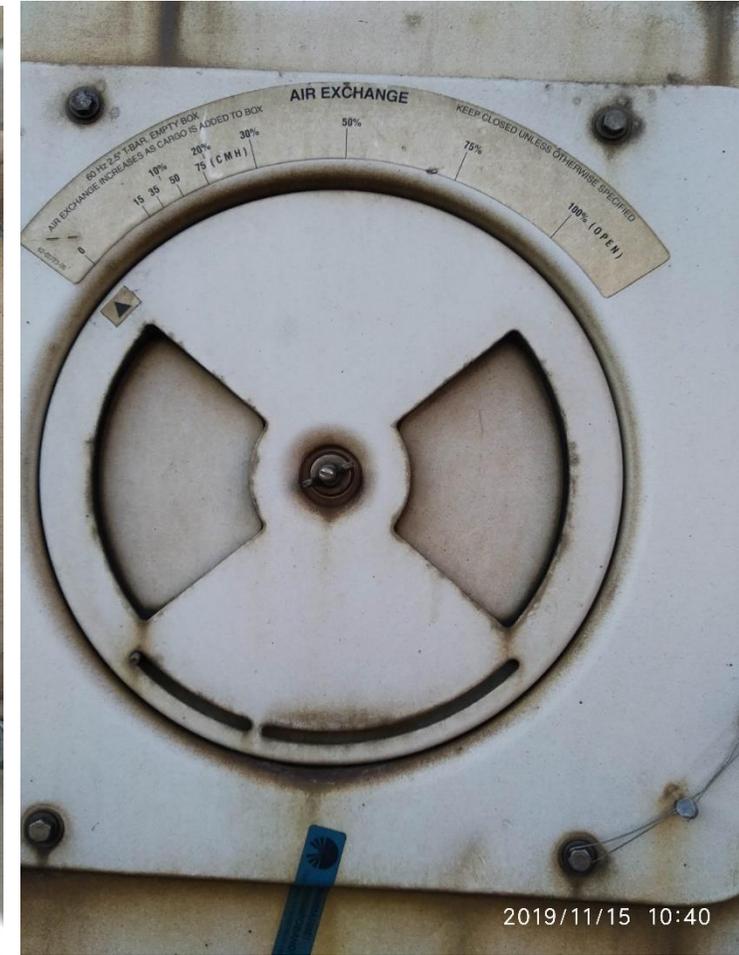
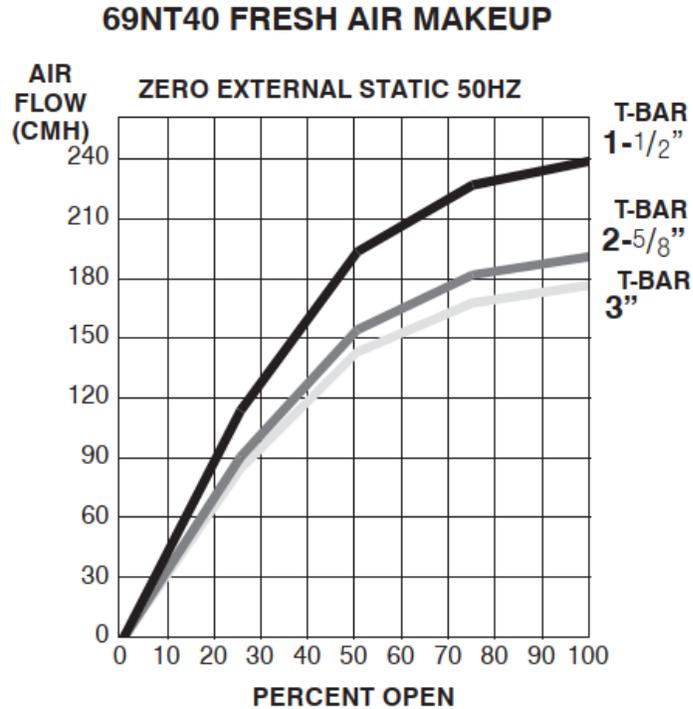
$$k_{РВ} = \sum q / N \leq 0,5$$

● MAGNUM (Air Cooled, +37.8, R-404A, 60Hz)
 ● MAGNUM (Air Cooled, +37.8, R-404A, 50Hz)
● MAGNUM (Water Cooled, +37.8, 60Hz)
 ● MAGNUM (Water Cooled, +30, 60Hz)

$W \rightarrow$



РАСЧЕТ ТЕПЛОПРИТОКА ОТ ВЕНТИЛИРОВАНИЯ



$$Q_B = \frac{\rho_H \cdot V_{\text{вент}}}{3,6} \cdot (i_H - i_B)$$

ρ_H плотность наружного воздуха, кг/м³

$V_{\text{вент}}$ установленный на ХОУ объем вентиляции свежим воздухом, м³/ч

i_H удельное теплосодержание наружного воздуха, кДж/кг

i_B то же, воздуха внутри грузового помещения, кДж/кг

3,6 коэффициент перевода часов в секунды с учетом размерности теплосодержания

РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ГРУЗА

$$\tau_{t_{\text{грн}} \rightarrow t_y} = \frac{\overline{c}_{\text{гр}} \cdot G_{\text{гр}} \cdot (t_{\text{грн}} - t_y)}{Q_{t_{\text{грн}} \rightarrow t_y} \cdot 24 \cdot 3,6 \cdot \beta_k} \rightarrow Q_{t_{\text{грн}} \rightarrow t_y} < N - \sum Q$$

$$\beta_k = 0,36 + 0,64 \cdot (1 - \rho_{\text{ш}})^{0,4}$$

ПРОБЛЕМА

Правильно
установить
плотность
штабеля

где

0,36, 0,64 и 0,4 – эмпирические коэффициенты

$\rho_{\text{ш}}$ – условный коэффициент **степени плотности штабеля** [0..1]

β_k – коэффициента конкордации теплообменных процессов
[1..0,36]

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТОПЛИВА

$$\left(\tau_{\text{тр}}(V_{\text{T}}) + \min_{j=1..J} \left(\tau_{\text{Т.ост}j} \right) \right) \geq \tau_{\text{дост}} \quad \tau_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{T}}}{24 \cdot \vartheta_{\text{ср}}}$$

V_{T} остаток топлива, л
 ϑ_{T} средний расход топлива за грузеный рейс, л/ч

Пример для трех КРК с коэффициентами рабочего времени ($k_{\text{РВ}}$), энергопотреблением в активном режиме (P), пассивном ($P_{\text{В}}$), при этом минимальные настройки дизеля на **5,2** кВт:

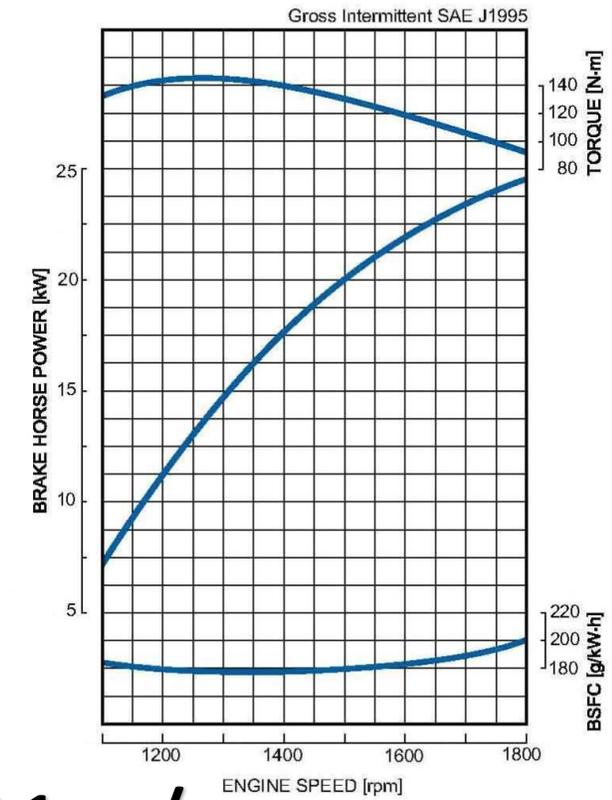
1. $k_{\text{РВ}} = 0,40$; $P = 5,0$ кВт [1] (при вентилировании: $P_{\text{В}} = 0,8$ кВт [0])
2. $k_{\text{РВ}} = 0,55$; $P = 6,0$ кВт [1] ($P_{\text{В}} = 1,7$ кВт [0])
3. $k_{\text{РВ}} = 0,60$; $P = 3,5$ кВт [1] ($P_{\text{В}} = 1,2$ кВт [0])

КРК1	КРК2	КРК3
0	0	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

КРК1	КРК2	КРК3	П
0,60	0,45	0,40	0,108
0,40	0,45	0,40	0,072
0,60	0,55	0,40	0,132
0,60	0,45	0,60	0,162
0,40	0,55	0,40	0,088
0,60	0,55	0,60	0,198
0,40	0,45	0,60	0,108
0,40	0,55	0,60	0,132

КРК1	КРК2	КРК3	Σ	$\vartheta_{\text{уд}}$	$\text{П} \cdot \Sigma \cdot \vartheta_{\text{уд}}$
0,8	1,7	1,2	5,2	0,250	0,203
5,0	1,7	1,2	7,9	0,210	0,135
0,8	6,0	1,2	8,0	0,210	0,093
0,8	1,7	3,5	6,0	0,250	0,304
5,0	6,0	1,2	12,2	0,210	0,103
0,8	6,0	3,5	10,3	0,210	0,212
5,0	1,7	3,5	10,2	0,210	0,252
5,0	6,0	3,5	14,5	0,210	0,203

PERFORMANCE CURVE



2,01 л/ч

ВЕРОЯТНОСТЬ ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ДЭ

Рабочая мощность
ДЭ нормально
должна быть в
диапазоне от 30 до
90 % номинальной
мощности (W_H)

ПУСКОВЫЕ ТОКИ

1 ХОУ может работать в трёх режимах:

- охлаждения
- обогрева
- циркуляции воздуха

Определяющим при выборе ДЭ является наиболее энергоёмкий режим **охлаждения**

2 При запуске ХОУ потребители в режиме охлаждения включаются последовательно, поэтому за расчетную максимальную потребляемую мощность принимается пусковая мощность наиболее мощного потребителя - **компрессора**

3 При наличии частотного преобразователя значение пускового тока не превышает **100–160 %** от величины номинального рабочего тока (коэффициент пускового тока **1,6**); при отсутствии - 200-500 % (к.п.т. можно принять равным **2,0**)
Продолжительность действия пусковых токов – **4-10 с**

ПРИМЕР РАСЧЕТА



Несколько КРК с грузами с энергоснабжением от НДГ.
Проверка производительности ХОУ, количества топлива и опасных перегрузок для НДГ

ПРИМЕР РАСЧЕТА (1-2)

1) Сцеп с четырьмя рефрижераторными контейнерами (КРК) со следующими параметрами (здесь и далее порядковый номер значения соответствует номеру КРК в сцепе):

- средняя площадь кузова, м²: $F_{\text{мк}} := (123 \ 123 \ 123 \ 123)^T$

- коэффициент К, Вт/(м²К): $K_{\text{мк}} := (0.40 \ 0.40 \ 0.40 \ 0.40)^T$

- тепловой экв-т вентиляторов-циркуляторов, Вт: $Q_{\text{ц}} := (150 \ 150 \ 200 \ 200)^T$

- мощность постоянно работающих блоков, Вт: $P0_{\text{то}} := (250 \ 250 \ 300 \ 300)^T$

КРК имеют термическое оборудование одной из двух моделей со следующими параметрами:

- холодопроизводительность (первый столбец - поддерживаемая температура воздуха внутри кузова, °С, второй - холодопроизводительность, Вт):

$$N_{\text{TK511224M}} := \begin{pmatrix} -35 & 3514 \\ -28.9 & 4217 \\ -17.8 & 6237 \\ 1.7 & 10542 \\ 21.1 & 13470 \end{pmatrix} \quad N_{\text{TK508924M}} := \begin{pmatrix} -28.9 & 3200 \\ -17.8 & 4755 \\ 1.7 & 8070 \\ 21.1 & 10930 \end{pmatrix}$$

- холодопроизводительность КРК на сцепе:

$$N0 := (N_{\text{TK511224M}} \ N_{\text{TK511224M}} \ N_{\text{TK508924M}} \ N_{\text{TK508924M}})^T$$

- энергопотребление (первый столбец - поддерживаемая температура воздуха внутри кузова, °С, второй - энергопотребление, Вт):

$$W_{\text{TK511224M}} := \begin{pmatrix} -35 & 5000 \\ -28.9 & 5400 \\ -17.8 & 6200 \\ 1.7 & 8700 \\ 21.1 & 9200 \end{pmatrix} \quad W_{\text{TK508924M}} := \begin{pmatrix} -35 & 5000 \\ -28.9 & 5400 \\ -17.8 & 6200 \\ 1.7 & 8700 \\ 21.1 & 9200 \end{pmatrix}$$

- энергопотребление КРК на сцепе:

$$W0 := (W_{\text{TK511224M}} \ W_{\text{TK511224M}} \ W_{\text{TK508924M}} \ W_{\text{TK508924M}})^T$$

2) В КРК перевозятся следующие тарно-штучные скоропортящиеся грузы:

КРК 1: рыба свежемороженая (код ЕТСНГ: 572080);

КРК 2: рыба свежемороженая (код ЕТСНГ: 572080);

КРК 3: масло топленое (код ЕТСНГ: 553036);

КРК 4: малина свежая (код ЕТСНГ: 051182).

Расчетные параметры грузов:

- масса груза в КРК на сцепе, кг: $G_{\text{гр}} := (27000 \ 27000 \ 27000 \ 18500)^T$

- плотности укладки грузов: $\rho_{\text{ш}} := (0.95 \ 0.95 \ 0.8 \ 0.3)^T$

- коэффициенты конкордации: $\beta_{\text{к}} := 0.36 + 0.64 \cdot (1 - \rho_{\text{ш}})^{0.4}$

- температурные условия перевозки и хранения скоропортящихся грузов в КРК на сцепе, °С:

$$t_{\text{трmin}} := \begin{pmatrix} -\infty \\ -\infty \\ -18 \\ \text{NaN} \end{pmatrix} \begin{matrix} *) \\ [\text{ТР ЕАЭС 040/2016}] \\ [\text{ТР ЕАЭС 040/2016}] \\ [\text{ГОСТ 32262-2013, режим III - режим I}] \\ [\text{ГОСТ 33915-2016}] \end{matrix}$$

$$t_{\text{трmax}} := \begin{pmatrix} -18 \\ -18 \\ 5 \\ \text{NaN} \end{pmatrix} \begin{matrix} *) \\ [\text{ТР ЕАЭС 040/2016}] \\ [\text{ТР ЕАЭС 040/2016}] \\ [\text{ГОСТ 32262-2013, режим III - режим I}] \\ [\text{ГОСТ 33915-2016}] \end{matrix}$$

- температурные режимы перевозки грузов в КРК на сцепе, °С:

$$t_{\text{y}} := \begin{pmatrix} -20 \\ -20 \\ -9 \\ 2 \end{pmatrix}$$

- значения удельной теплоемкости грузов средней за время остаточного грузевого рейса (от момента отключения термического оборудования до достижения грузом предельной температуры) по отдельным КРК на сцепе, кДж/(кг*К):

$$C_{\text{ГР_СР}} := (2.623 \ 2.623 \ 1.675 \ 3.914)^T$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА (3-4)

- значения тепловыделения перевозимых грузов (первый столбец - температура груза, °C, второй - величина тепловыделения, кДж/кг-час):

$$q_д_051182 := \begin{pmatrix} 0 & 0.265 \\ 10 & 0.810 \\ 20 & 2.093 \end{pmatrix} \quad q_д_NON := \begin{pmatrix} -\infty & 0 \\ \infty & 0 \end{pmatrix}$$

- значения тепловыделения грузов по отдельным КРК на цепи:

$$q_д0 := (q_д_NON \quad q_д_NON \quad q_д_NON \quad q_д_051182)^T$$

- необходимость вентиширования грузов по отдельным КРК на цепи:

$$FLG := ("нет" \quad "нет" \quad "нет" \quad "да")^T$$

3) Снабжение электроэнергией всех КРК на цепи осуществляется от общего источника энергоснабжения со следующими расчетными параметрами:

- номинальная мощность источника энергоснабжения, Вт: $W_н := 60000$

- расход топлива на собственные нужды, л/ч: $R0_э := 1.5$

- запас топлива, л: $V_т := 2000$

- удельный расход топлива источником энергоснабжения (первый столбец - мощность, Вт, второй - удельный расход топлива, л/Вт-час):

$$r0 := \begin{pmatrix} 0 & 0.000387 \\ 30000 & 0.000387 \\ 45000 & 0.000367 \\ 60000 & 0.000362 \\ 66000 & 0.000362 \end{pmatrix} \quad r := \max(r0^{(1)}) = 0.000387$$

4) Направление перевозки: со станции Орехово-Зуево (код ЕСП: 23000) на станцию Базаиха (код ЕСП: 89210) со следующими параметрами:

- срок доставки, сут: $\tau_дост := 11$

- дата предъявления к перевозке: 01.07.2025

В соответствии с методикой, приведенной в лекции 6, определим:

- расчетную температуру наружного воздуха (среднюю за грузеный рейс) с обеспеченностью 95 %, которую определим как средневзвешенно по отдельным дорогам, по которым проходит маршрут перевозки, °C: $t_н_ср := 25.0$

5) Определим расчетные холодопроизводительности рассматриваемого термического оборудования КРК на цепи, Вт:

$$\underline{N} := \begin{cases} \text{for } j \in 0 \dots \text{rows}(K) - 1 \\ N_j \leftarrow \text{linterp}[(NO_j)^{(0)}, (NO_j)^{(1)}, t_{y_j}] \\ \text{return } N \end{cases} \quad N = \begin{pmatrix} 5837 \\ 5837 \\ 6251 \\ 8114 \end{pmatrix}$$

6) Определим расчетные энергопотребления рассматриваемого термического оборудования КРК на цепи, Вт:

$$\underline{W} := \begin{cases} \text{for } j \in 0 \dots \text{rows}(K) - 1 \\ W_j \leftarrow \text{linterp}[(W0_j)^{(0)}, (W0_j)^{(1)}, t_{y_j}] \\ \text{return } W \end{cases} \quad W = \begin{pmatrix} 6041 \\ 6041 \\ 7328 \\ 8708 \end{pmatrix}$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА (5-6)

7) Определим расчетные величины интенсивности теплообмена (теплопритоки) рассматриваемых КРК на сцене, Вт:

$$Q := \left[\begin{array}{l} \text{for } j \in 0 \dots \text{rows}(K) - 1 \\ \quad Q_j \leftarrow \left[\begin{array}{l} K_j \cdot F_j \cdot (t_{н_ср} - t_{y_j}) \dots \\ \quad \text{interp} \left[(q_{д0j})^{(0)}, (q_{д0j})^{(1)}, t_{y_j} \right] \\ \quad + \frac{\dots}{3.6} \cdot G_{грj} \dots \\ \quad + Q_{цj} \end{array} \right] \\ \text{return } Q \end{array} \right] \quad Q = \begin{pmatrix} 2364 \\ 2364 \\ 1873 \\ 3254 \end{pmatrix}$$

8) Произведем проверку до статочности производительности термического оборудования КРК:

$$Q < N = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Проверка пройдена}$$

9) Произведем проверку до статочности мощности устройства энергоснабжения:

$$\left(\sum W < W_{н} \right) = 1 \quad \text{Проверка пройдена}$$

10) Определим вероятности включенного (p) и выключенного (q) состояний термического оборудования КРК:

$$p := \frac{Q}{N} = \begin{pmatrix} 0.405 \\ 0.405 \\ 0.300 \\ 0.401 \end{pmatrix} \quad q := 1 - p = \begin{pmatrix} 0.595 \\ 0.595 \\ 0.700 \\ 0.599 \end{pmatrix}$$

11) Определим расчетные параметры энергоснабжения КРК на сцене:

11.1) Рассмотрим все возможные варианты энергетического состояния КРК на сцене, где 1 - термическое оборудование КРК включено, 0 - выключено:

$$X := \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

11.2) Определим вероятности наступления каждого варианта:

$$P_x := \left[\begin{array}{l} \text{for } x \in 0 \dots \text{rows}(X) - 1 \\ \quad P_x \leftarrow 1 \\ \quad \text{for } j \in 0 \dots \text{cols}(X) - 1 \\ \quad \quad P_x \leftarrow P_x \cdot p_j \text{ if } X_{x,j} = 1 \\ \quad \quad P_x \leftarrow P_x \cdot q_j \text{ otherwise} \\ \text{return } P \end{array} \right]$$

$$P_x = \begin{pmatrix} 0.149 \\ 0.101 \\ 0.101 \\ 0.064 \\ 0.099 \\ 0.069 \\ 0.043 \\ 0.068 \\ 0.068 \\ 0.043 \\ 0.068 \\ 0.043 \\ 0.029 \\ 0.029 \\ 0.046 \\ 0.029 \\ 0.029 \end{pmatrix} \quad \sum P_x = 1$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА (7-8)

11.3) Определим суммарные потребляемые КРК мощности по каждому варианту, Вт:

```

Wx := for x ∈ 0..rows(X) - 1
      | Wxx ← 0
      | for j ∈ 0..cols(X) - 1
      |   Wxx ← Wxx + Wj if Xx,j = 1
      | return Wx
    
```

$$W_x = \begin{pmatrix} 0 \\ 6041 \\ 6041 \\ 7328 \\ 8708 \\ 12083 \\ 13370 \\ 14749 \\ 13370 \\ 14749 \\ 16036 \\ 19411 \\ 22077 \\ 20791 \\ 22077 \\ 28119 \end{pmatrix}$$

12) Определим расчетные температуры грузов в КРК на сцепе в момент отключения термического оборудования по причине выработки топлива устройством энергоснабжения, °C:

```

t_gpx := for j ∈ 0..rows(K) - 1
         | t_gpxj ← t_yj if t_n_cp > t_trmaxj ∨ t_n_cp < t_trmaxj
         | NaN otherwise
         | return t_gpx
    
```

$$t_{gpx} = \begin{pmatrix} -20 \\ -20 \\ -9 \\ NaN \end{pmatrix}$$

13) Определим предельно допустимые температуры грузов в КРК на сцепе в конце перевозки, °C:

```

t_gpi := for j ∈ 0..rows(K) - 1
         | t_gpij ← t_trmaxj if t_n_cp > t_trmaxj
         | t_trminj if t_n_cp < t_trminj
         | NaN otherwise
         | return t_gpi
    
```

$$t_{gpi} = \begin{pmatrix} -18 \\ -18 \\ 5 \\ NaN \end{pmatrix}$$

14) Рассчитаем остаточные предельные сроки перевозки грузов в КРК на сцепе, сут:

```

τ_терм' := for j ∈ 0..rows(K) - 1
          | τ_терм_остj ← 0 if (C_GP_CPj = 0) ∨ (FLGj = "да")
          | otherwise
          | 
$$\frac{C_{GP\_CPj} \cdot G_{gpj} \cdot |t_{gpij} - t_{gpxj}|}{86.4 \cdot K_j \cdot F_j \cdot \left| t_{n\_cp} - \frac{t_{gpij} + t_{gpxj}}{2} \right| \cdot \beta_{kj}}$$

          | return τ_терм_ост
    
```

$$\tau_{терм}' = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 8 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Остаточный предельный срок перевозки грузов на сцепе, сут:

$\tau_{терм_ост} := \min(\tau_{терм}') = 0$

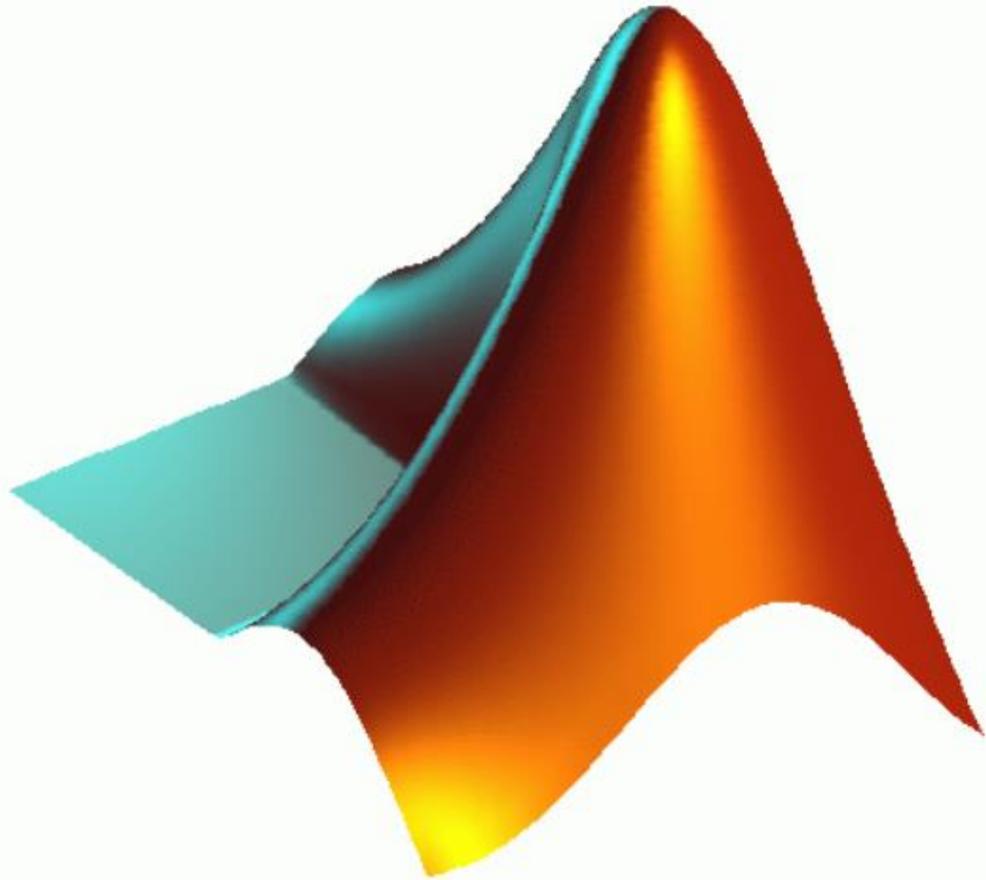
15) Определим минимально необходимый начальный запас топлива в устройстве энергоснабжения КРК, л:

$$V_{T_min} := (\tau_{дост} - \tau_{терм_ост}) \cdot 24 \cdot \left[R0_{\text{э}} + r \cdot \left[\sum P0_{\text{то}} + \sum (Px \cdot Wx) \right] \right] = 1589$$

16) Осуществим проверку на достаточную емкость топливного бака устройства энергоснабжения, л:

$(V_T > V_{T_min}) = 1$ **Проверка пройдена**

ПРИМЕР АВТОМАТИЗАЦИИ



MATLAB

KEY POINTS

- 1) Перевозка с поддержанием температурного режима – наиболее сложная технология перевозки скоропортящихся грузов, но вместе с тем позволяющая обеспечить наилучшие условия для поддержания качества перевозимого груза
- 2) Источником энергии для компенсации теплопритоков является энергия топлива, поэтому расчет потребного запаса топлива – важнейший элемент технологии, особенно на ЖДТ, где нет легальной возможности осуществить пополнение запаса топлива в пути
- 3) ХОУ и ДЭ не «резиновые». Необходимо спланировать их использование в режимах, когда КРВ для ХОУ составляет примерно 50 %, а рабочие нагрузки на дизель не были чрезмерно малы (менее 30 % от номинальной мощности) и не были выше 90 %. В диапазоне 30..90 % оптимизировано, как правило, и потребление топлива. Также необходимо следить, чтобы перегрузка дизеля при пуске ХОУ нескольких транспортных единиц не превышала установленные значения как по мощности (как правило 1,5 от номинала), так и времени воздействия (как правило, ≈15 сек)
- 4) Планирование условий перевозок грузов без разработки расчетной модели затруднительно. Расчетная модель позволяет оперативно реагировать на отказы оборудования, корректировать прогноз в зависимости от показаний датчиков температуры или уровня топлива, тестировать внедрение новых технологий перевозки грузов, стать технологическим ядром ЦУП

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ДАВЫДОВ ДЕНИС ОЛЕГОВИЧ
t.me/D2000YOC



<https://t.me/spglab>
канал о скоропорте