



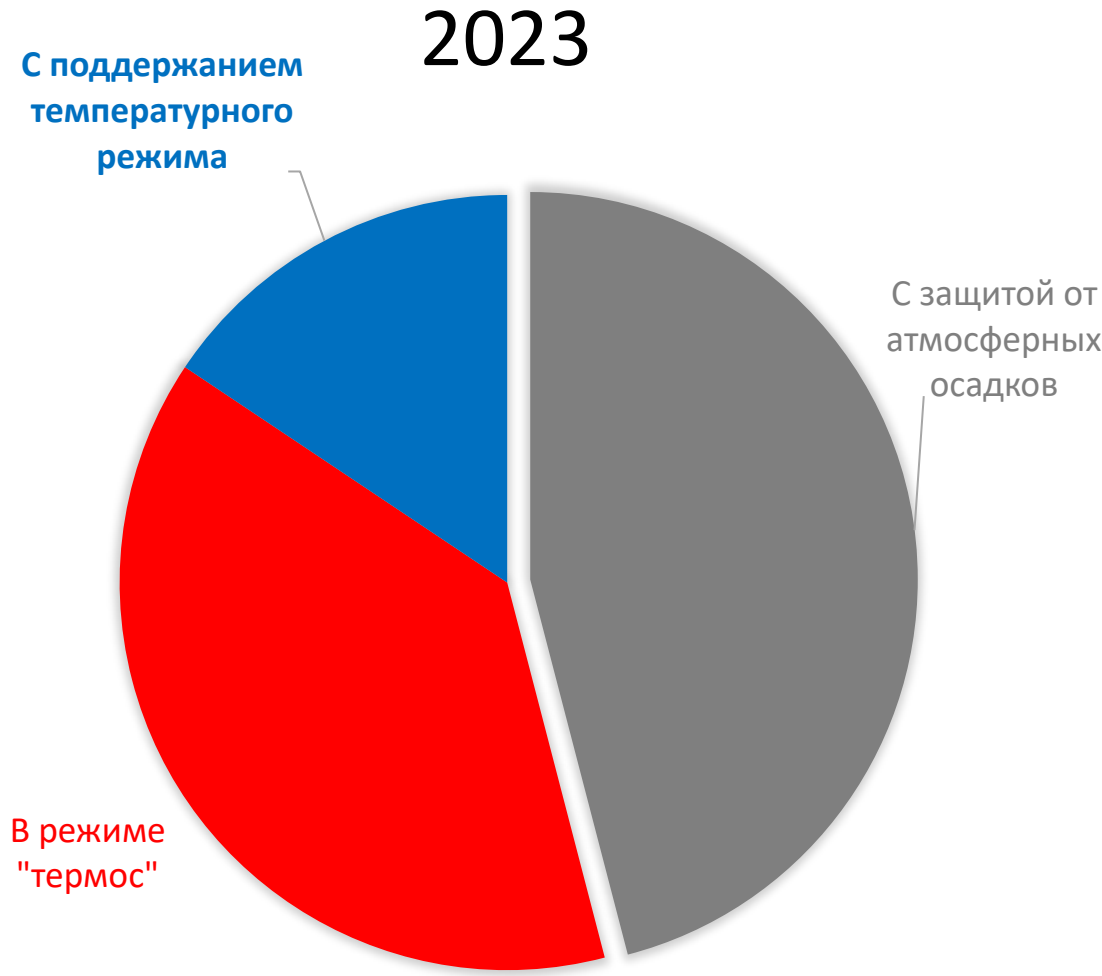
МАТЕРИАЛЫ ЛЕКЦИИ

# ЛЕКЦИЯ 3

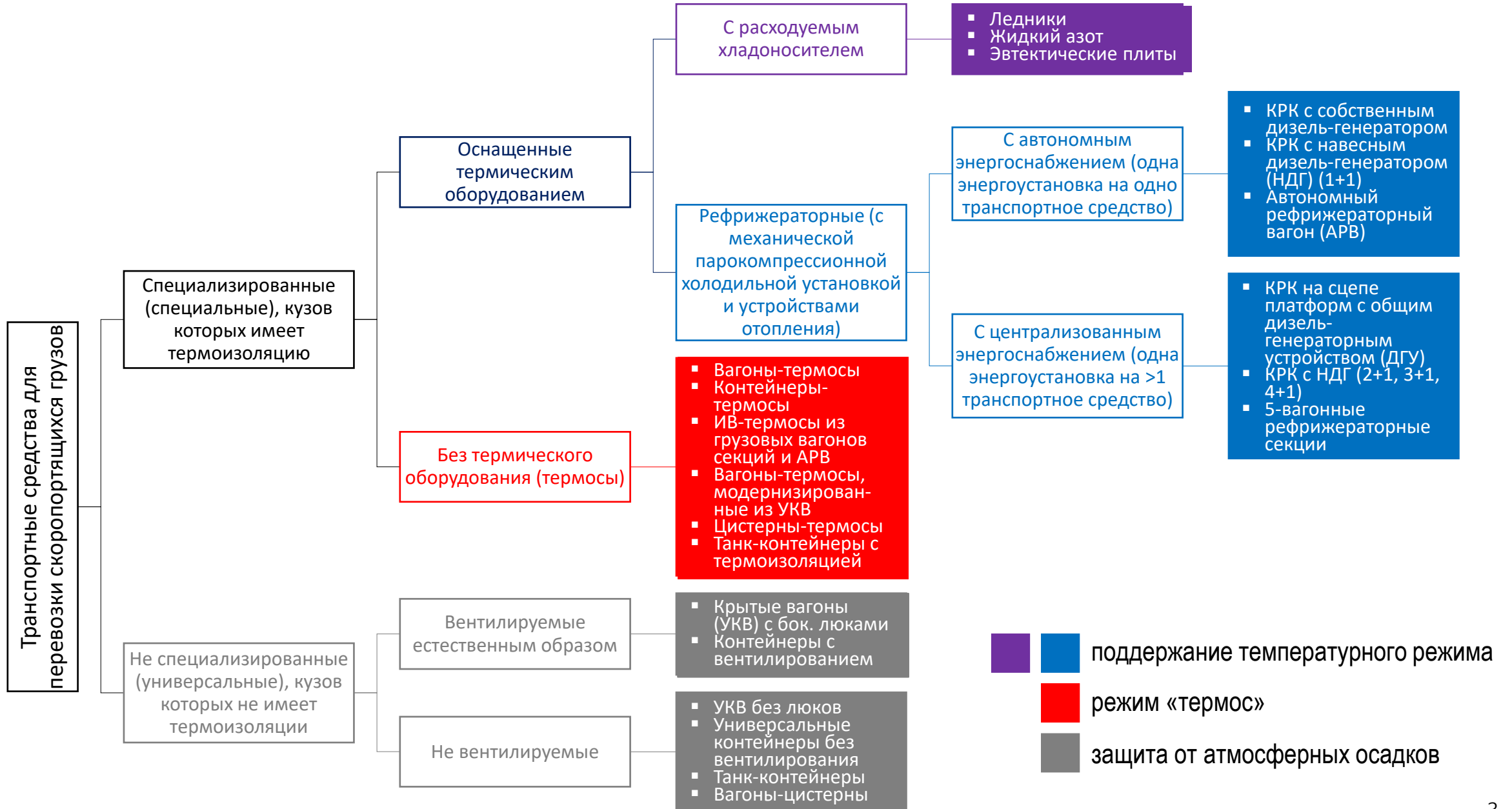
## ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ И ТИПЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

к.т.н. Давыдов Денис Олегович

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗОК СКОРОПОРТА



# КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ



# \* ОСНОВНЫЕ ВИДЫ РАСХОДУЕМЫХ НОСИТЕЛЕЙ



## Водяной лёд и смеси

- Удельная теплоемкость при  $t > 0$  °C: **4,19** кДж/(кг·К)
- Удельная теплоемкость при  $t < 0$  °C: **2,05** кДж/(кг·К)
- Теплота льдообразования: **335,2** кДж/кг
- Добавление соли ведет к понижению температуры плавления



## Твердая углекислота

- Температура сублимации: -**78,9** °C
- Теплота сублимации: **573** кДж/кг
- Энтальпия паров  $\text{CO}_2$ : **0,852** · t + 67,235



## Сжиженный азот

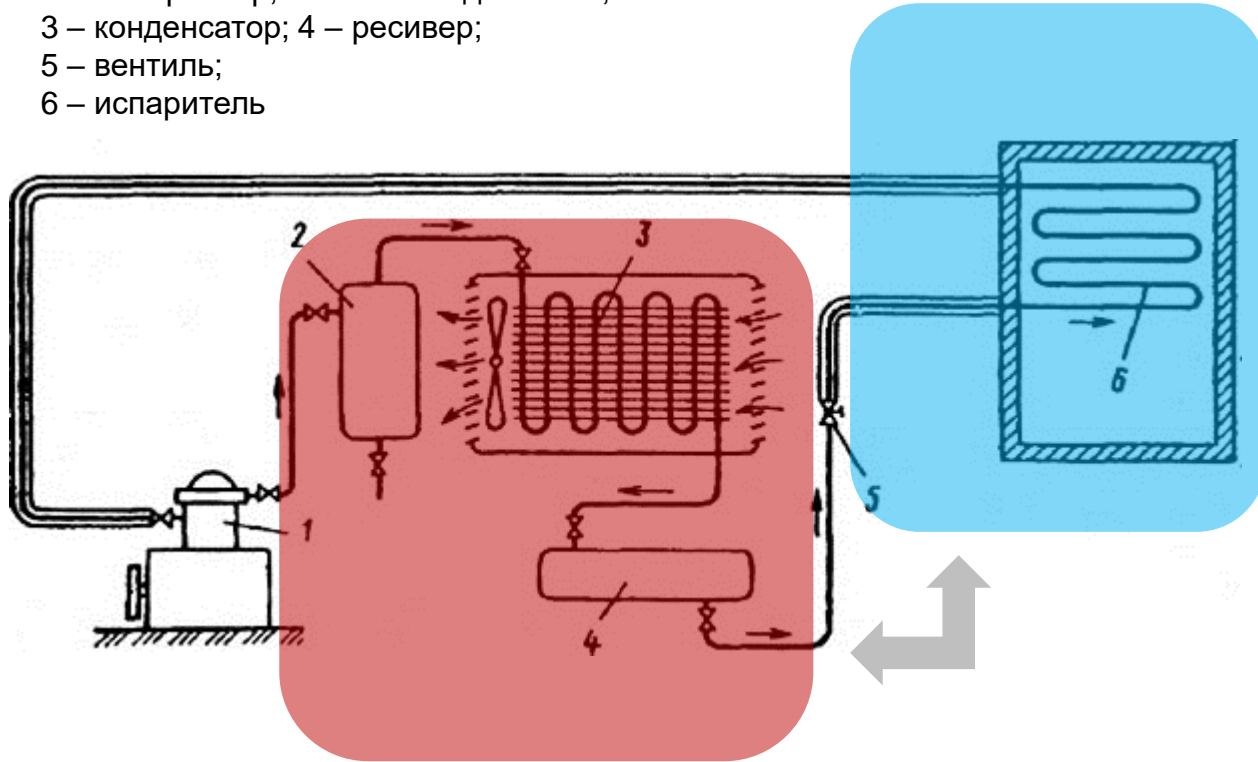
- Температура кипения: -**195,8** °C
- Теплота испарения: **198,4** кДж/кг
- Энтальпия паров  $\text{N}_2$ : **1,039** · t + 202,013

### Сферы использования расходуемых теплоносителей:

- особые требования к перевозке
- дешевое сырье
- маленький кузов, короткий рейс

# ПРИНЦИП РАБОТЫ ХОУ

- 1 – компрессор; 2 – маслоотделитель;
- 3 – конденсатор; 4 – ресивер;
- 5 – вентиль;
- 6 – испаритель



## ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА (ТЕПЛОВОЙ НАСОС)

замкнутая система, состоящая из отдельных аппаратов, соединенных между собой трубопроводами, внутри которых циркулирует хладагент

### ПРИНЦИП РАБОТЫ

Перенос тепла из охлаждаемого помещения во внешнюю среду.

Без дополнительной работы такой перенос тепла невозможен:

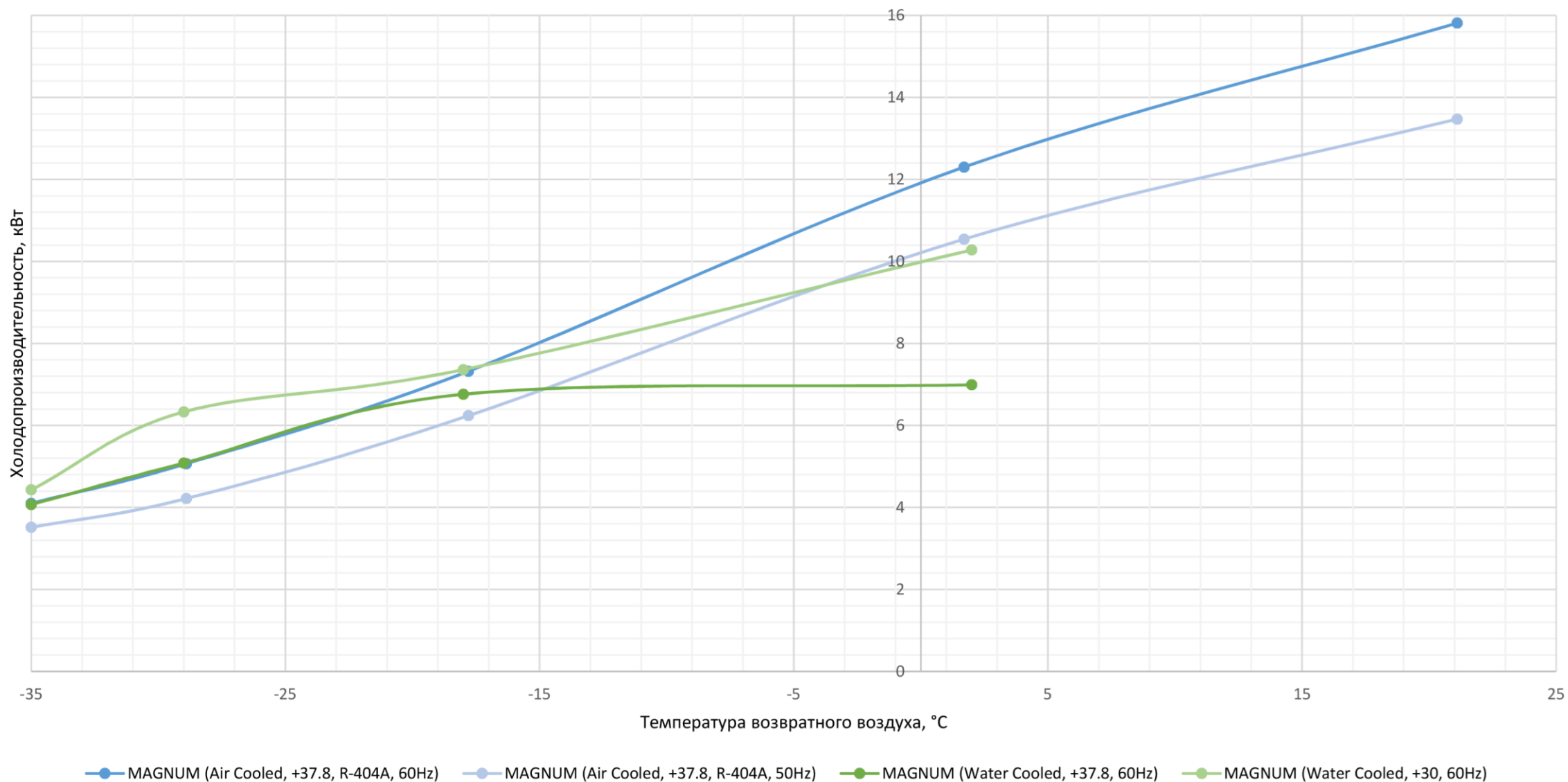
*«тепло не может переходить само собой от более холодного тела к более теплomu)»*

(второе начало термодинамики).

Работу осуществляет компрессор, а также сама окружающая среда → «к.п.д.» тепловых насосов  $>1$

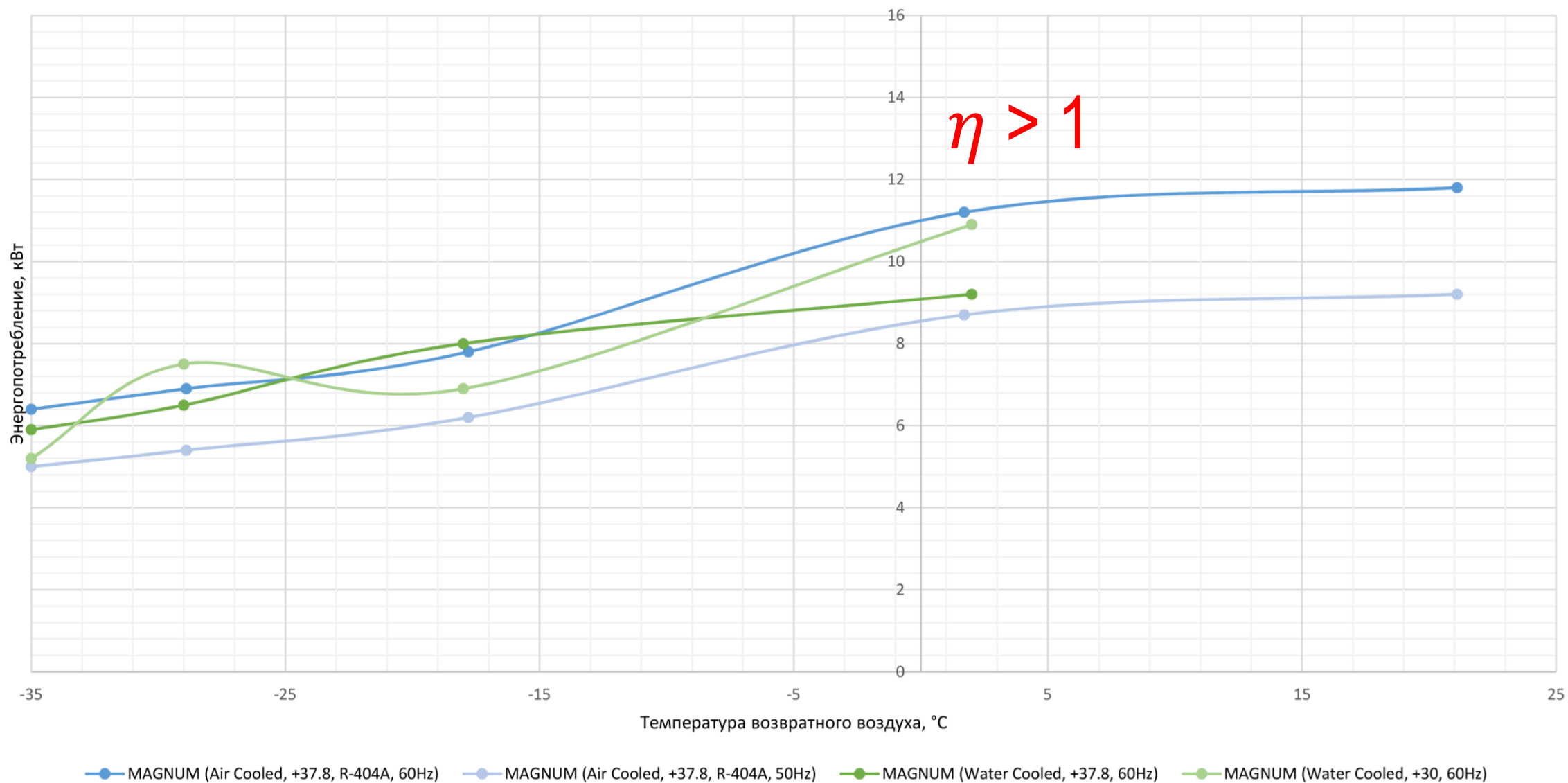
# ХОЛОДОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ХОУ

Холодопроизводительность на примере MAGNUM, MAGNUM SL



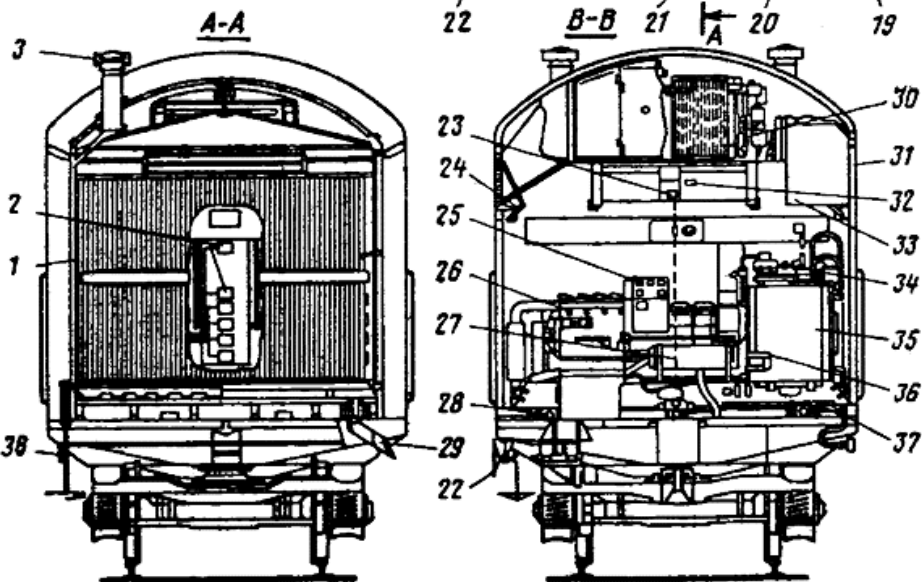
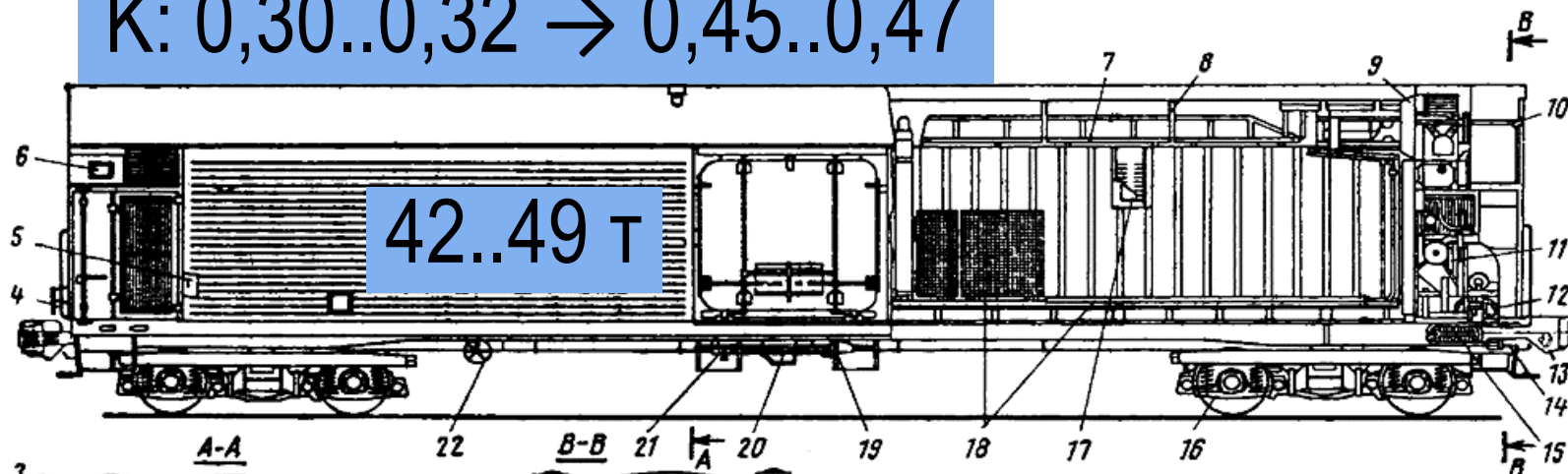
# ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ХОУ

Энергопотребление на примере MAGNUM, MAGNUM SL



# УСТРОЙСТВО РЕФРИЖЕРАТОРНЫХ ВАГОНОВ

К: 0,30..0,32 → 0,45..0,47



## Основные элементы АРВ (Дессау)

2 – термостаты; 7 – ложный потолок; 8 – тяги ложного потолка; 9 – ХОУ; 10 – отверстие для прохода свежего воздуха; 11 – ДГУ; 17 – термометр сопротивления и воспринимающие термостатов; 18 – напольные решётки; 23 – щит управления холодильно-отопительной установкой; 25 – щит управления ДГУ; 26 – дизель-генератор; 29 – водосток; 35 – топливный бак

ХОУ

## СЕКЦИИ БМЗ

- Одноступенчатое сжатие
- Дополнительный теплообменник между испарителем и компрессором для возможности попадания жидкого хладагента в цилиндры компрессора
- Нет маслоотделителя выше надёжность
- Воздуховод и 2 ХОУ с одного торца

## СЕКЦИИ ZB-5

- Двухступенчатое сжатие
- Охлаждение электродвигателя
- Ложный потолок и 1+1 ХОУ

## АРВ (ДЕССАУ)

- Все как ZB-5 + 2 ДГУ с топливом

## АРВ (ООО «РУССКИЕ РЕФРИЖЕРАТОРЫ»)

- 120 км/ч
- 55 т
- -20..+15 °С
- 0,18 Вт/(м<sup>2</sup>·К)
- дистанционное управление ХОУ

140  
км/ч

-20..+14  
+36..-45

+30 → +4  
<60 ч

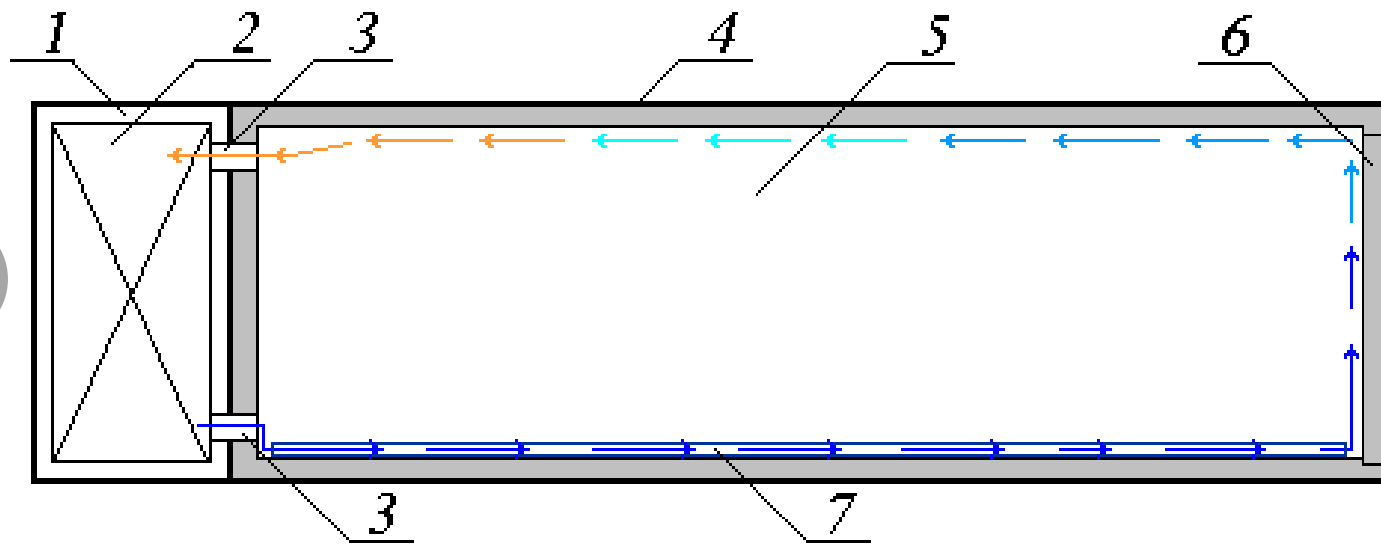
±1,5  
°С

+45  
ХОУ

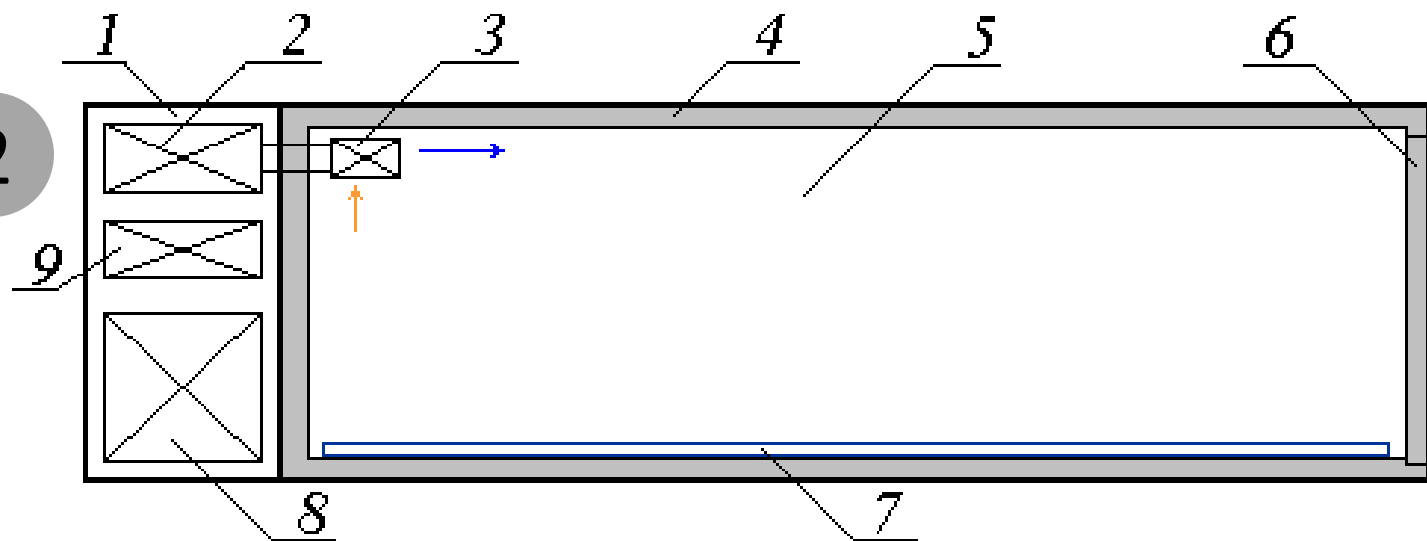
-50..+50  
ДГУ



# ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КРК



- 1 – машинный отсек;
- 2 – дизель-генераторная и холодильно-отопительная установки с пультом управления;
- 3 – отверстия для всасывания и нагнетания воздуха в грузовое помещение;
- 4 – теплоизолированный кузов;
- 5 – грузовой отсек;
- 6 – дверь контейнера;
- 7 – настил пола



- 1 – машинный отсек;
- 2 – компрессорно-конденсаторная часть ХОУ;
- 3 – воздухоохладитель с вентиляторами-циркуляторами;
- 4 – теплоизолированный кузов;
- 5 – грузовой отсек;
- 6 – дверь контейнера;
- 7 – настил пола;
- 8 – дизель-генератор с топливным баком;
- 9 – блок управления, контроля и регулирования работы оборудования

# ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ КРК



ВДЭ/ДГК

- большой топливный бак
- надежность (>1 ДГУ, климатическое исполнение)
- эксплуатация только в составе сцепа
- нерациональная работа при переменной нагрузке
- дороговизна

- автономность
- универсальность
- легкая замена при поломке
- маленький топливный бак (470-490 л)
- невысокая надежность (1 ДГУ, -20 °С)
- сложная логистика
- ↘ грузоподъемности

Н  
Д  
Г



А - К Р К

- полная автономность
- топливный бак больше, чем у НДГ (до 800 л)
- простая логистика
- невысокая надежность (1 ДГУ, -20 °С, авто)
- перегрузка КРК при поломке
- ↘ грузоподъемность и вместимость



# ОСОБЕННОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ КУЗОВОВ

## ВАРИАТИВНОСТЬ ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

В зависимости от размеров авторефрижератора его холодильная установка может использовать:

- компрессор, непосредственно установленный на двигателе
- электросистему автомобиля
- собственный бензиновый или дизельный двигатель, устанавливаемый, как правило, под кузовом и имеющий небольшой объем топливного бака

## ЭВТЕКТИЧЕСКИЕ ПЛИТЫ

аккумулятор холода, работающий с использованием теплового эффекта от изменения фазового состояния вещества, обеспечивающий автономное охлаждение в изотермическом транспортном средстве

Предпосылки использования эвтектиков:

- короткие расстояния перевозок (в пределах городской черты)
- частые остановки, сопровождаемые открытием дверей
- дешевая электроэнергия в ночное время для подзарядки батарей

Преимущества:

- надежность (отсутствует риск поломки в процессе развоза груза)
- высокая равномерность температурного поля
- минимум техобслуживания
- экологичность (важно для городской среды)
- нечувствительность к влаге

Недостатки:

- необходимость ежедневной замены плит
- необходимость погрузочно-подъемного устройства
- малый радиус действия

## МНОГОКАМЕРНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

транспортное средство с двумя или более изотермическими камерами для поддержания разных температур в каждой камере

## МУЛЬТИТЕМПЕРАТУРНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ УСТАНОВКА

механическая холодильная установка с компрессором и обычным впускным отверстием на стороне низкого давления, конденсатором и двумя или более испарителями для регулирования различных температур в разных камерах многокамерного транспортного средства

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ВАГОНОВ-ТЕРМОСОВ



2013

## Азовобшемаш / ТОО «Cool Infinity» 16-1807-04 (342 ед., РФ/РК)

Низкое значение теплопередачи ( $K = 0,25 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$  в 2013 году) и ориентация на потребности рынка.

Недостатки – отсутствие гофр, недостаточно высокая грузоподъемность (58 т) и длина кузова (18,7 м).

Серийно выпускался ТОО «Cool Infinity» в Казахстане на собственной специализированной производственной базе в г. Петропавловск.

## ТОО «Cool Infinity» 16-9577 (45 ед., РФ)

Обновленная версия 16-1807-04, серийное производство которой начато в конце 2023 года.

Грузоподъемность увеличена до 60 т, длина кузова – до 21 м.

Вертикальных гофр на стенах по прежнему не было предусмотрено. В ходе приемочных испытаний наблюдались проблемы с дверьми.

Значение коэффициента  $K$  у опытного образца составило  $0,28-0,30 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ .



# АКТУАЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ АРВ

**ТОО «Cool Infinity», 2021, мод. 16-1881  
(33 ед., РФ/Азербайджан)**



Серийное производство начато в конце 2021 года.

Грузоподъемность 55-56 т, длина грузового помещения – 19 м.

Вертикальных гофр на стенах нет. В ходе приемочных испытаний наблюдались трудности при закрытии двери.

Значение К у опытного образца 0,29-0,30 Вт/м<sup>2</sup>·К.

Эффективность оборудования на уровне класса L по СПС.



**НПК «Уралвагонзавод», 2021,  
мод. 16-2155 (8 ед., РФ)**

# ДАЛЕКОЕ БУДУЩЕЕ (...ВОЗМОЖНО)

**60 т**  
Грузоподъёмность

**105 палет**  
Вместимость вагона

**= x3,2** 

Еврофуры

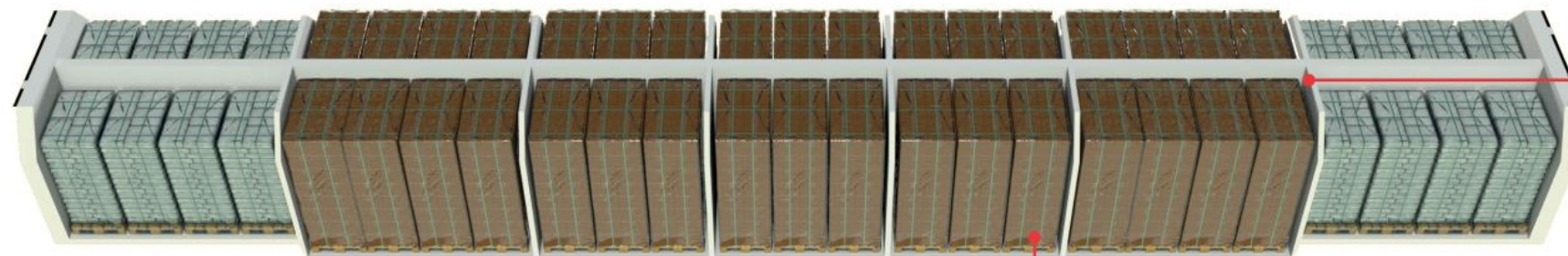
**x2,8** 

Крытых вагона

**x2,2** 

80-футовых  
контейнерных платформы

2 ЭТАЖ



23 герметичных грузовых отсека позволяют перевозить разнородные грузы в одном вагоне

1 ЭТАЖ




Габарит вагона Тпр (в соответствии с ГОСТ 9238)  
Длина вагона по осям автосцепок 22580 мм

**ТЯЖЕЛОВЕСНЫЕ ПАЛЕТЫ**  
Стройматериалы

 1,0–1,5 т ↓ до 150 см

**СТАНДАРТНЫЕ ПАЛЕТЫ**  
Широкий ассортимент

 0,4–1,0 т ↓ до 180 см

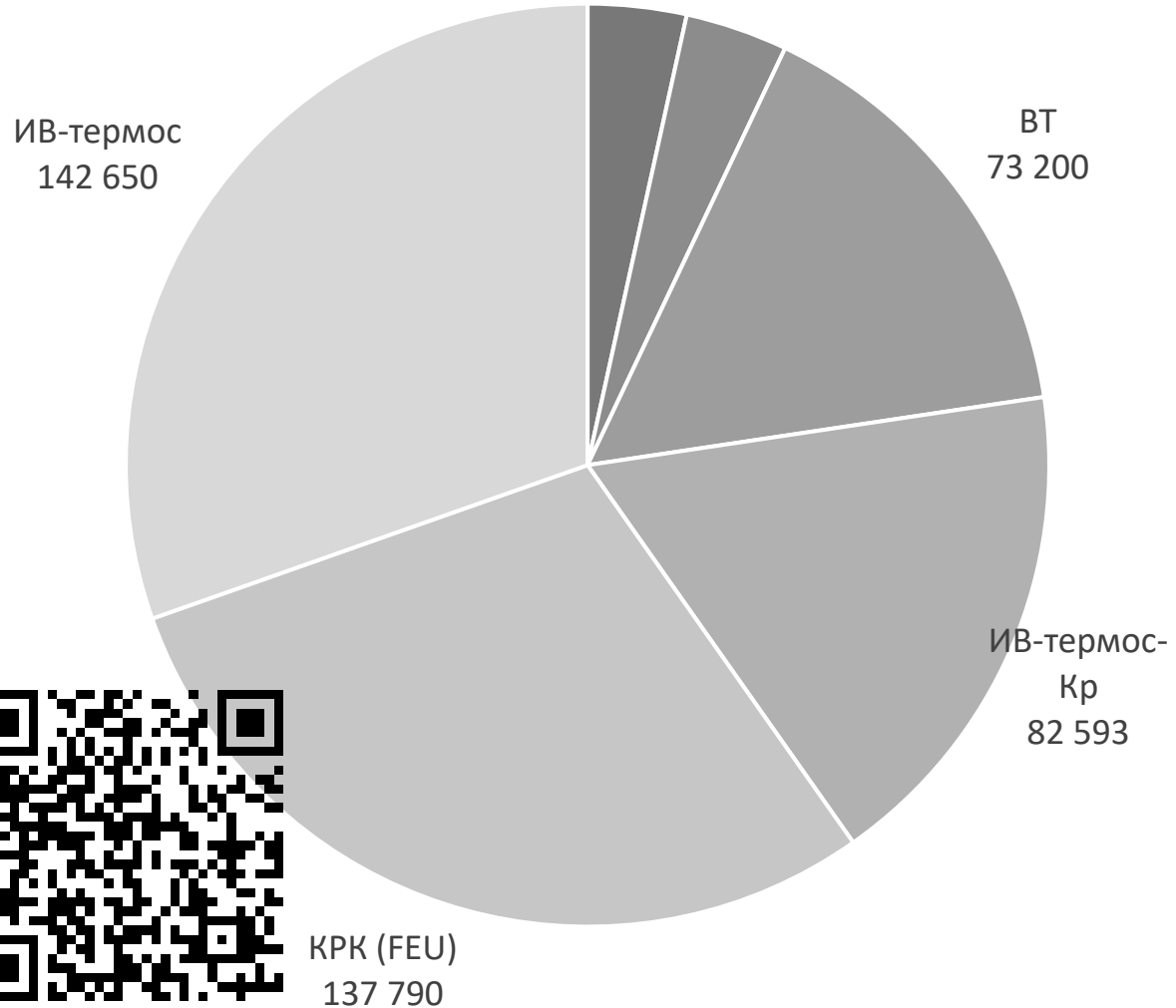
**ЛЕГКОВЕСНЫЕ ПАЛЕТЫ**  
Одежда, текстиль, игрушки

 0,2–0,4 т ↓ до 240 см

# СТРУКТУРА ПАРКА ВАГОНОВ И КОНТЕЙНЕРОВ

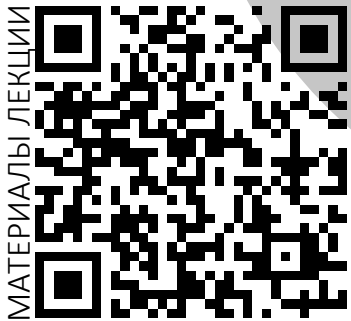
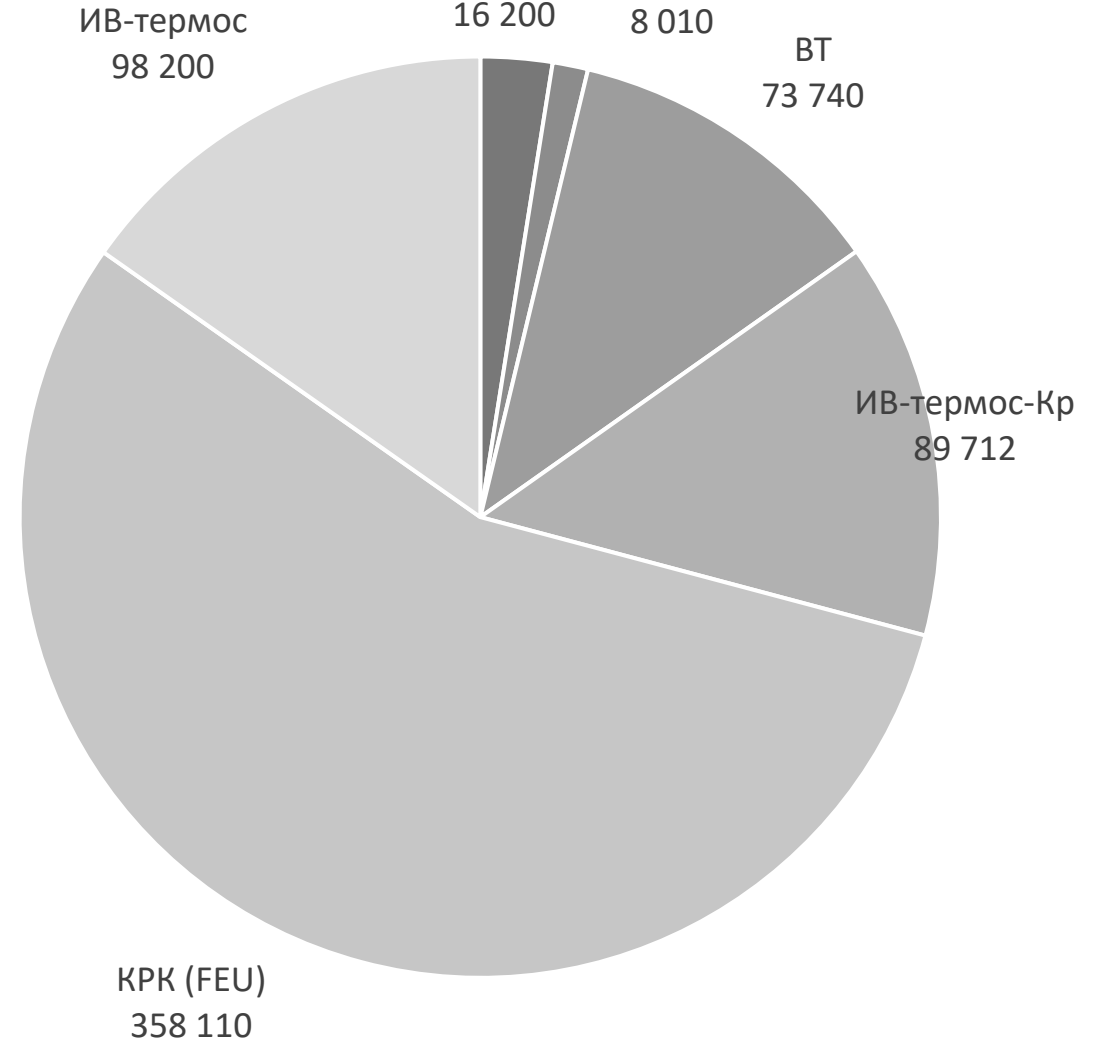
2019

КПК (FEU) 16 200  
РПС (грузовых вагонов) 16 842



2024

КПК (FEU) 16 200  
РПС (грузовых вагонов) 8 010



# KEY POINTS

- 1) Существуют три основных технологии перевозок скоропортящихся грузов:
  - с поддержанием температурного режима
  - в режиме «термос»
  - с защитой только от атмосферных осадков
- 2) Каждой технологии соответствуют типы транспортных средств, реализующие основные ее аспекты:
  - с парокомпрессионным машинным охлаждением
  - с расходуемым теплоносителем
  - только теплоизолированный кузов
  - герметичное грузовое помещение без изоляции
- 3) Изучили принципы работы циклической парокомпрессионной машины (теплового насоса):
  - требуются затраты энергии (работа), реализуемая в компрессоре и направленная на изменение физического состояния хладагента
  - часть энергии берется из окружающей среды → высокая эффективность таких машин
- 4) Выяснили почему транспортные средства с расходуемым теплоносителем подходят для коротких автомобильных перевозок, но не для железнодорожного транспорта
- 5) Рассмотрели актуальные предложения на рынке в части вагонов-термосов и АРВ. Установили отставание России в освоении рынка таких вагонов.
- 6) Установили, что лишь незначительная часть (около **15** %) железнодорожных перевозок скоропортящихся грузов осуществляется с поддержанием температурного режима.  $\approx 1/2$  перевозок в неспециализированных вагонах и контейнерах. **Причины этого кроются в новейшей истории развития хладотранспорта**



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ДАВЫДОВ ДЕНИС ОЛЕГОВИЧ  
[t.me/D2000YOC](https://t.me/D2000YOC)



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