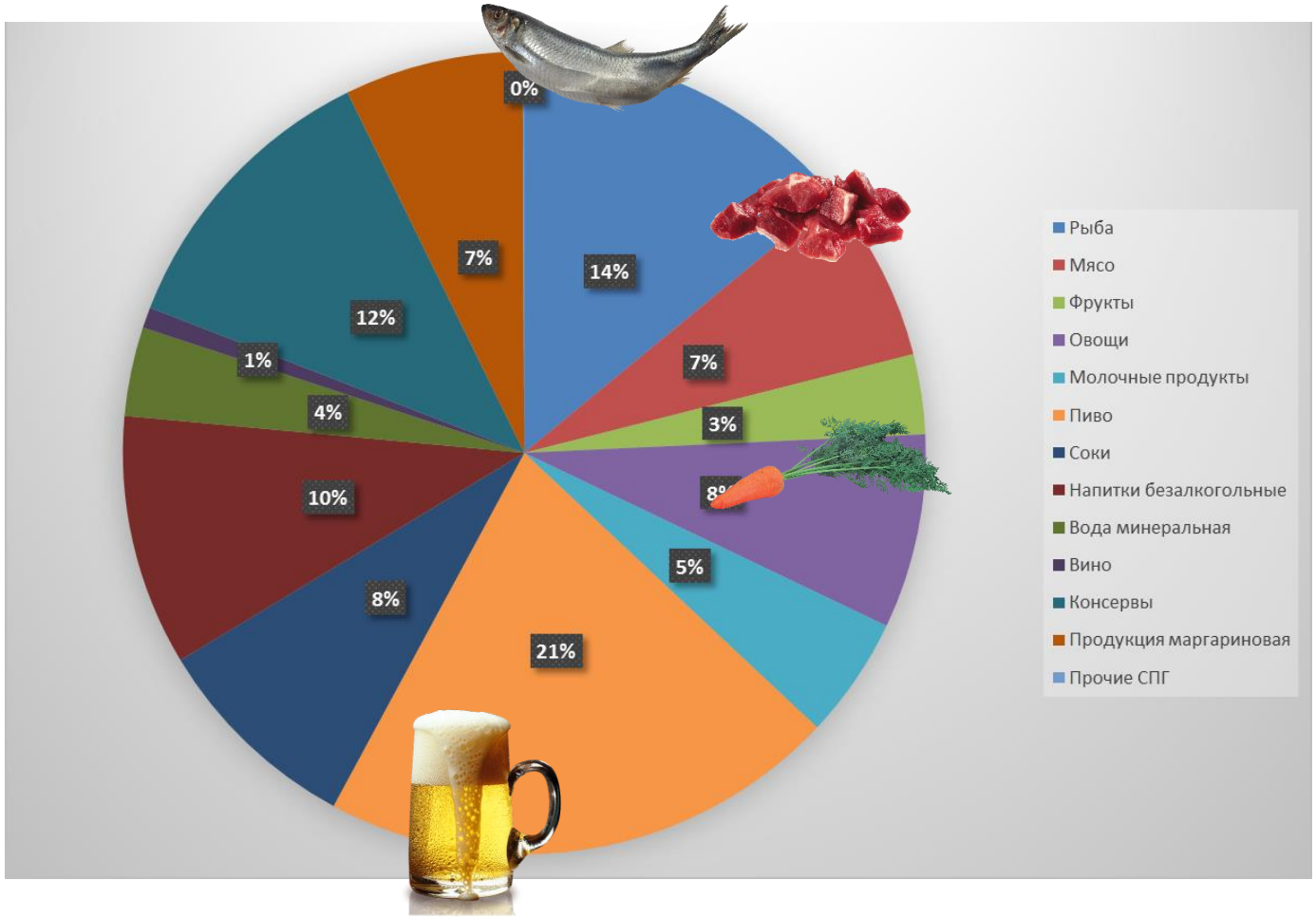
Научные основы создания и разработки инновационного подвижного состава для перевозок скоропортящихся грузов

ФГБОУ ВО РГУПС
Верескун В.Д.
Ворон О.А.

Общий объем перевозок РЖД в 2018 году - 1289,6 млн.т в т.ч. СПГ -4,4 млн.т, что составляет 0,34%.



РАБОЧИЙ ПАРК СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА МАЙ 2019 ГОДА, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЙ НА ТЕРРИТОРИИ РФ (шт.)

(ОЦЕНОЧНЫЕ ДАННЫЕ АСОРПС)

• Рефрижераторные вагоны (грузовые вагоны реф. секций) (ГРПС)	**401**
• Вагон-термос (ВТ)	**1 220**
• Изотермический вагон-термос (переоборудованный из крытого вагона)	**1 311**
• Изотермический вагон-термос (переоборудованный вагона рефсекции)	**2 853**
• Рефрижераторный контейнер 20 и 40-футовые (КРК)	**5 053**
• Термос-контейнеры (ТК)	**1 350**
• Вагон дизель-генератор (ДГВ)	**250**
• Контейнер-дизель контейнер (ДГК)	**11**
• Дженсеты (навесные дизель-генераторы)	**210**

Схема непрерывной холодильной цепи при перевозках мороженой рыбы (версия Евросиб)

Современные технологии перевозки рефрижераторных контейнеров

Применяемые технологии:

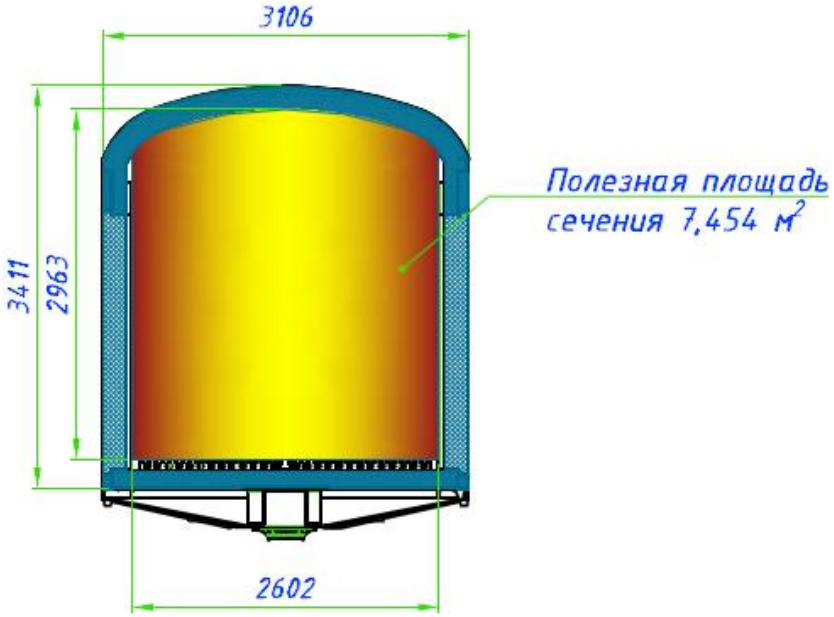
12-ти платформенные КРК-сцепы
Автономные реф.контейнеры с АДГУ (2010-2012гг.)
Автономные реф.контейнеры с Gen-Set
Автономный дизель-генераторный контейнер, для эл.питания 3-5 КРК
Автономная дизель-генераторная установка (Progressor), для питания 2-3 КРК
45ф автономные реф.контейнеры

География перевозок:

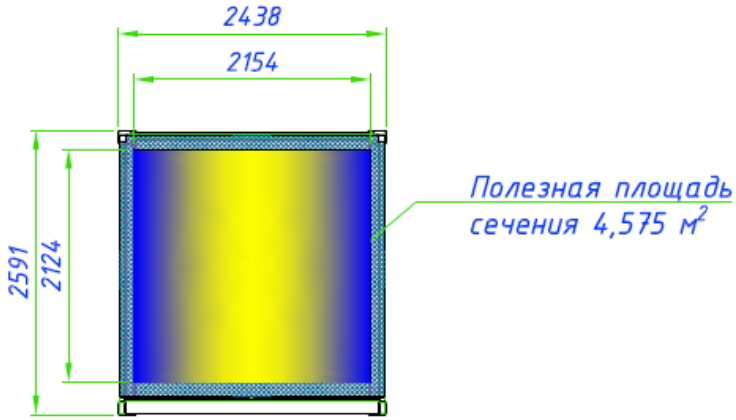
Вся Россия – вкл. Норильск, Якутию, Чукотку

ИМПОРТ – ЭКСПОРТ - ТРАНЗИТ
Средняя Азия (КЗХ, УЗБ, КРГ, ТДЖ)
Прибалтика, Кавказ
Европа (через сухопутные погранпереходы и порты)
Китай (через сухопутные погранпереходы и порты)

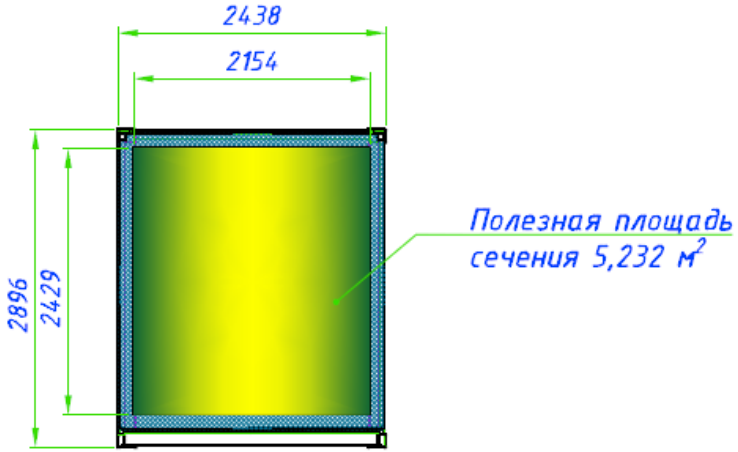
Площади полезного сечения грузового помещения изотермического вагона габарита 1-Т (толщина теплоизоляции 250 мм) и контейнеров (толщина теплоизоляции 130 мм)



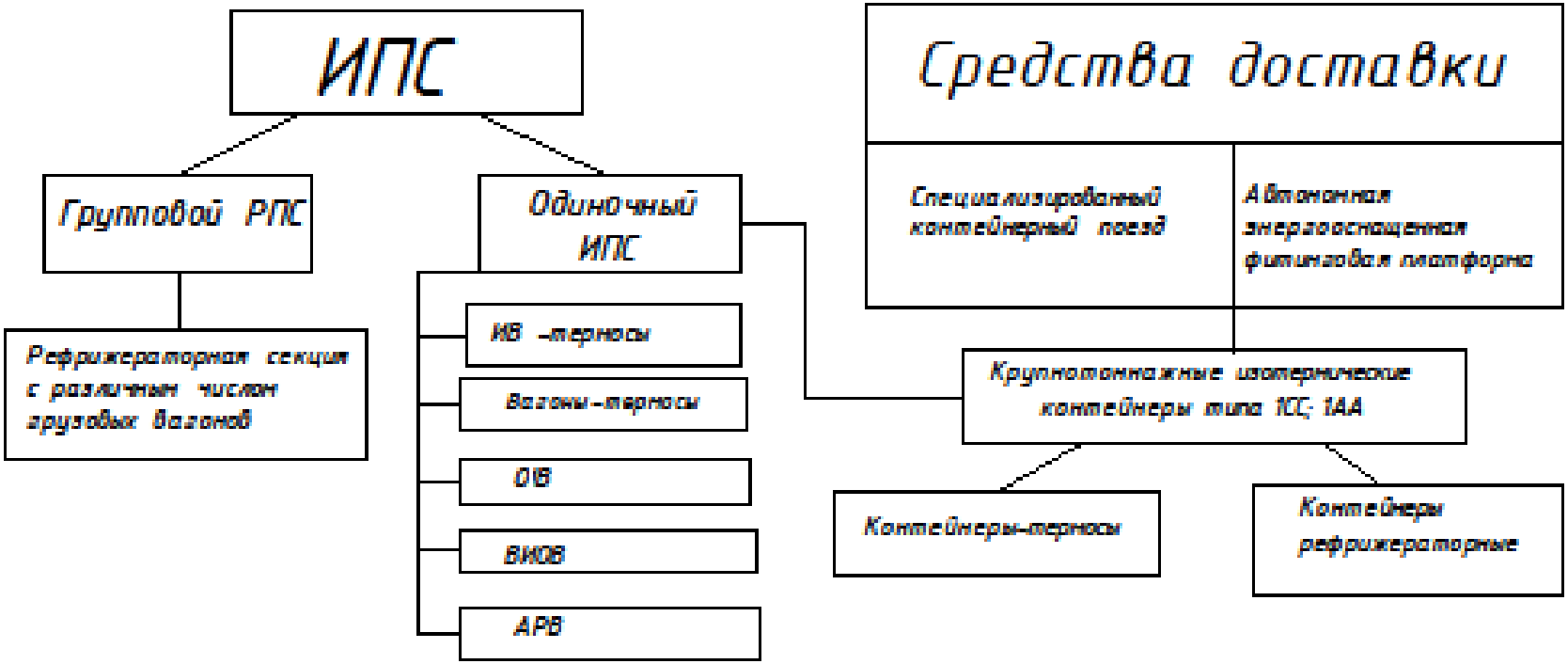
Контейнер 1АА
(40 футов, высота 2591 мм)

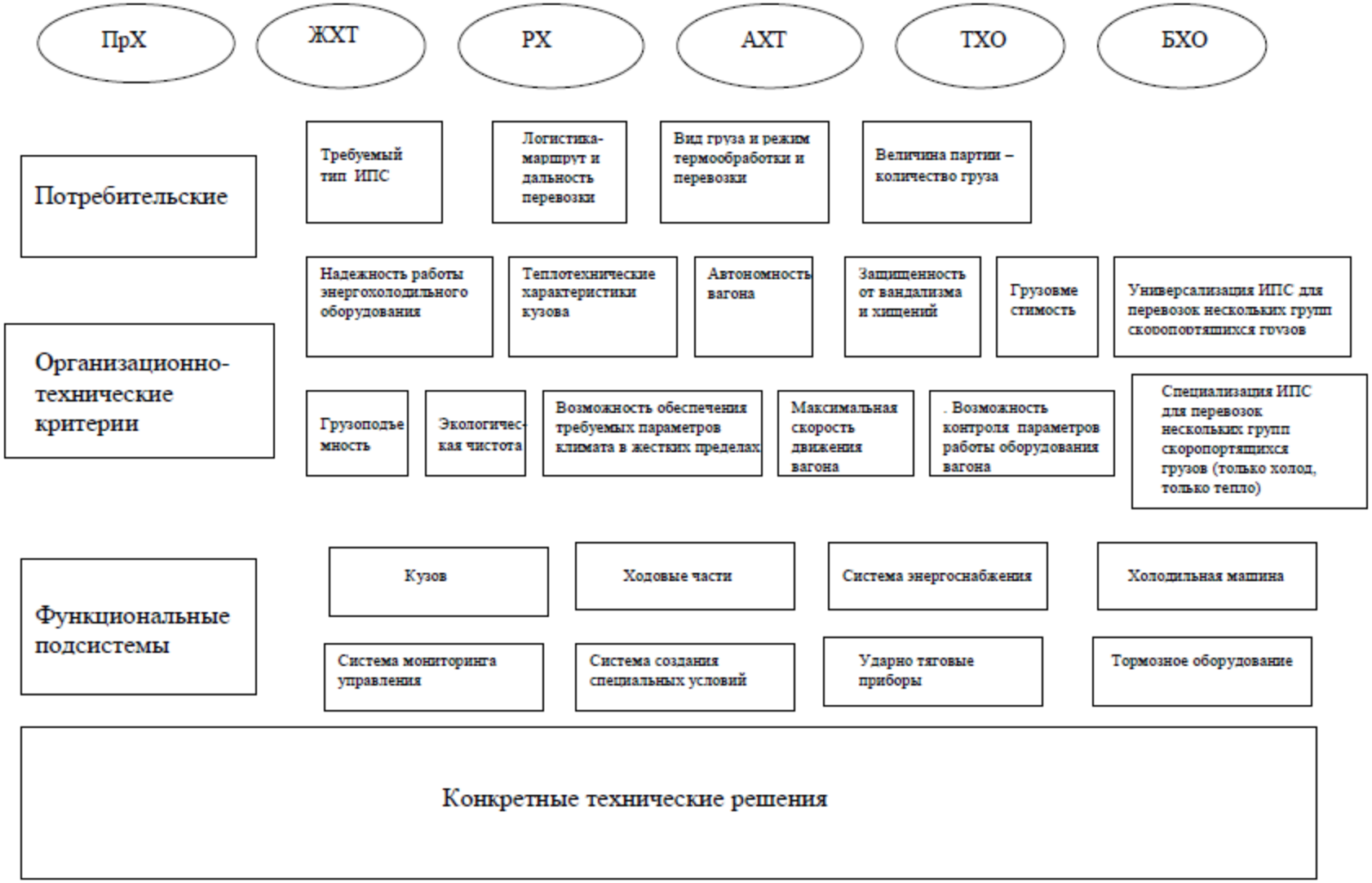


Контейнер 1ААА
(40 футов, высота 2896 мм)

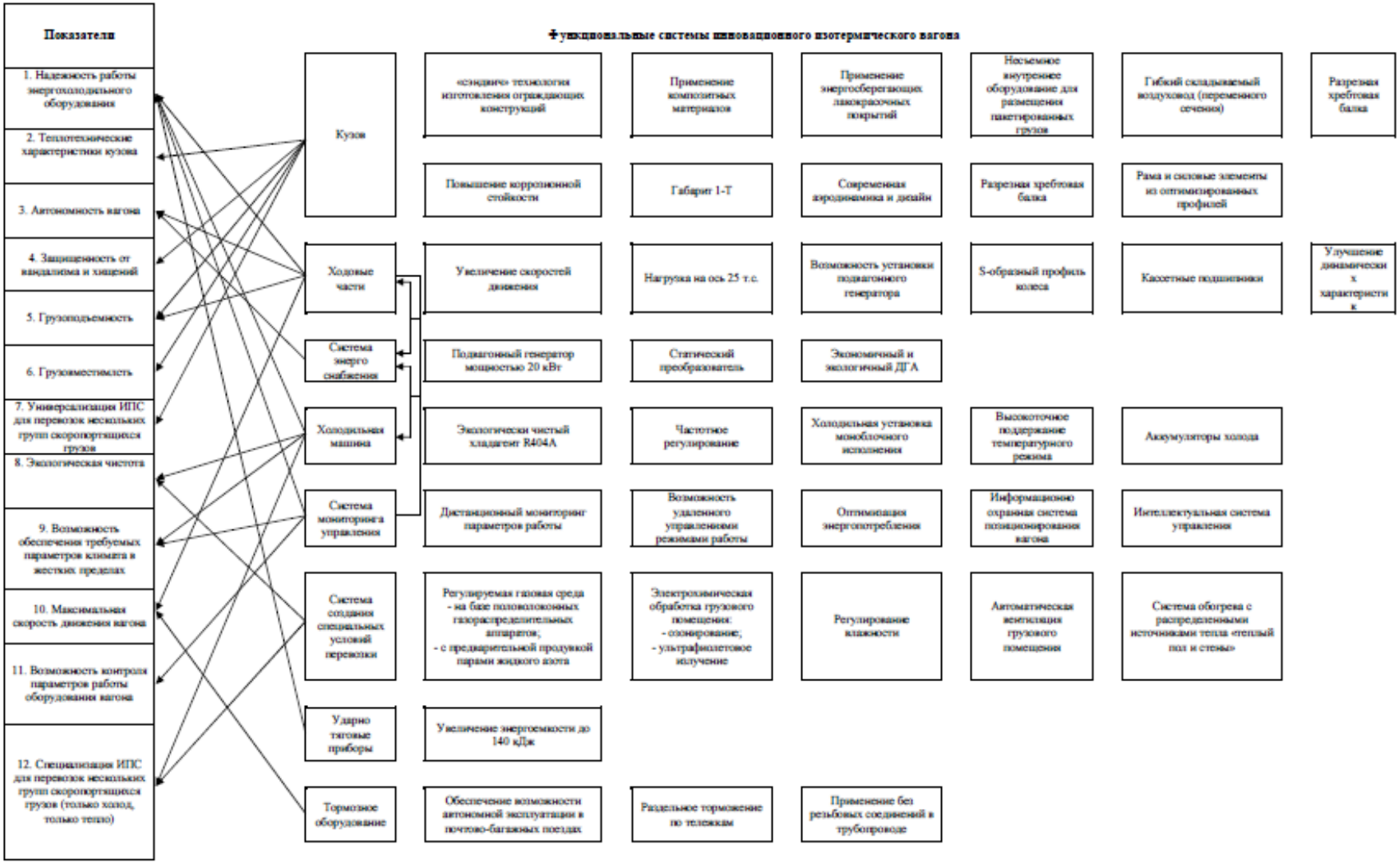


Предлагаемая структура парка изотермического подвижного состава




ПрХ
ЖХТ
РХ
АХТ
ТХО
БХО
Потребительские
Требуемый тип ИПС
Логистика-маршрут и дальность перевозки
Вид груза и режим термообработки и перевозки
Величина партии – количество груза
Организационно-технические критерии
Надежность работы энергохолодильного оборудования
Теплотехнические характеристики кузова
Автономность вагона
Защищенность от вандализма и хищений
Грузовме стимость
Универсализация ИПС для перевозок нескольких групп скоропортящихся грузов
Грузоподъе мность
Экологичес-кая чистота
Возможность обеспечения требуемых параметров климата в жестких пределах
Максимальная скорость движения вагона
. Возможность контроля параметров работы оборудования вагона
Специализация ИПС для перевозок нескольких групп скоропортящихся грузов (только холод, только тепло)
Функциональные подсистемы
Кузов
Ходовые части
Система энергоснабжения
Холодильная машина
Система мониторинга управления
Система создания специальных условий
Ударно тяговые приборы
Тормозное оборудование
Конкретные технические решения

Взаимосвязь показателей с функциональными системами вагона



Направления научных исследований для ИПС

1.Определение наиболее рациональных сфер применения автономных систем энергоснабжения для изотермических и рефрижераторных вагонов с технической и экономической точек зрения.

2. Разработка и реализация на ЭВМ математических моделей колебаний и определение динамических характеристик ходовых частей с различными вариантами генераторно-приводных установок:.

3. Адаптация новых технических средств для обогрева грузового помещения, (актуальная для термосопригодных грузов и плодоовощной продукции), с разработкой и апробацией математической модели термообработки штабеля груза в грузовом помещении изотермического транспортного средства, учитывающей естественное гравитационное движение термообработанного (теплого) воздуха вокруг штабеля груза.

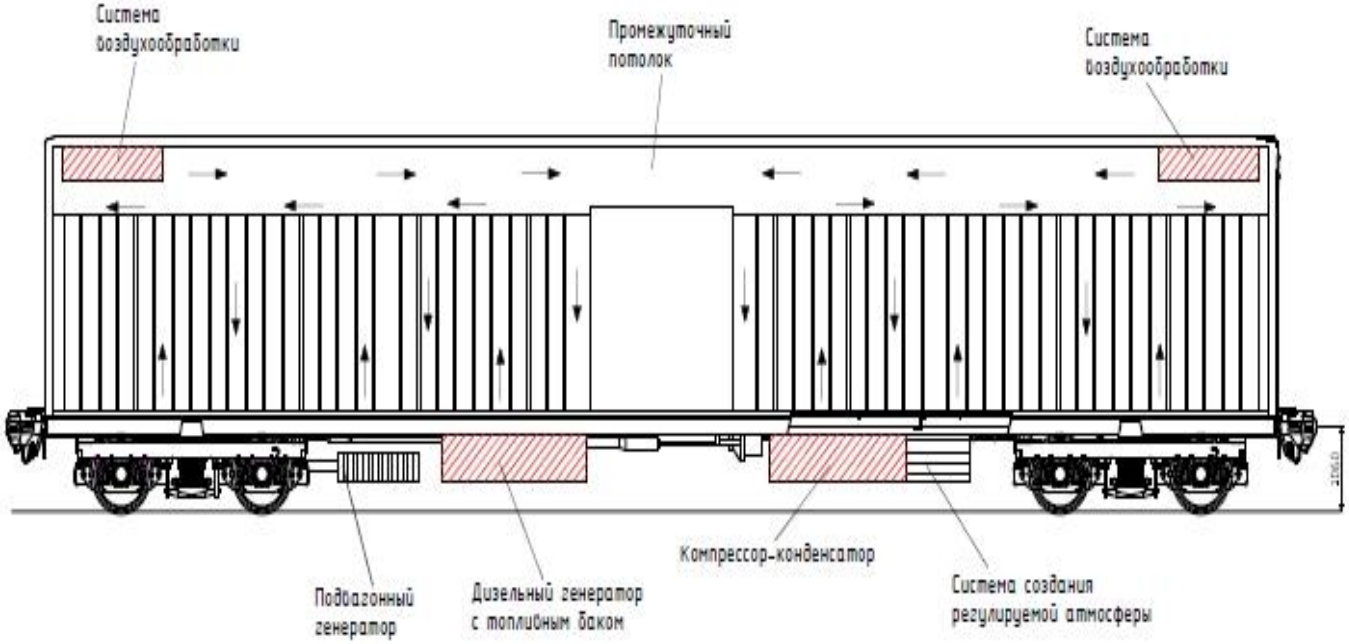
4. Разработка математической модели термообработки штабеля груза с использованием жидкого азота в грузовом помещении вагона-термоса с получением расчетных параметров расхода хладагента и потребного времени термообработки для различных видов замороженных грузов.

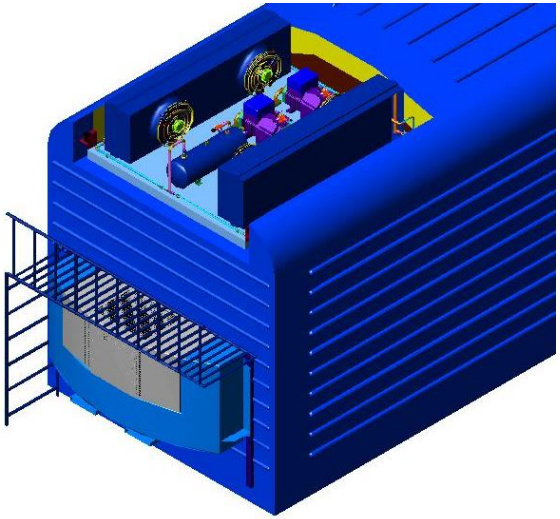
5. Выполнение расчетов напряженно деформируемого состояния кузова изотермического вагона (ИВ) от воздействия парожидкостной смеси азота при захолаживании груза в грузовом помещении ИВ.

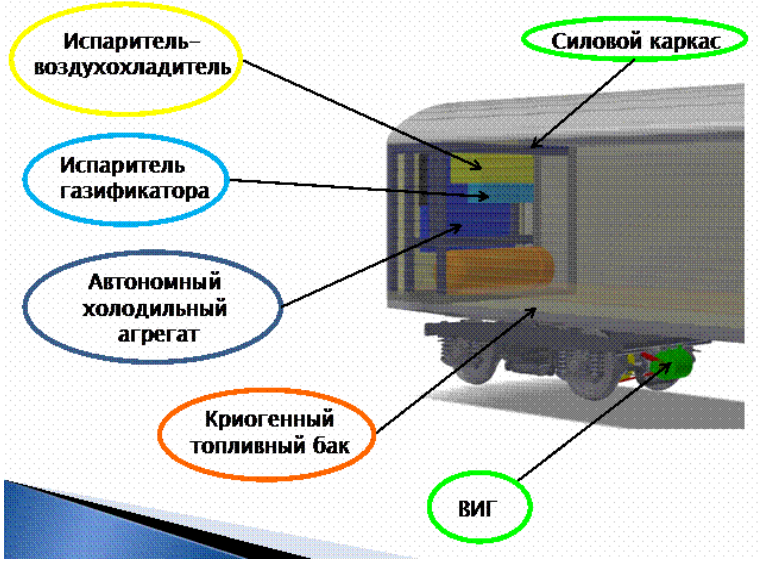
6. Построение математических моделей напряженно-деформируемого состояния кузова изотермического вагона в зависимости от компоновки специального оборудования.

Алгоритм выполнения исследований

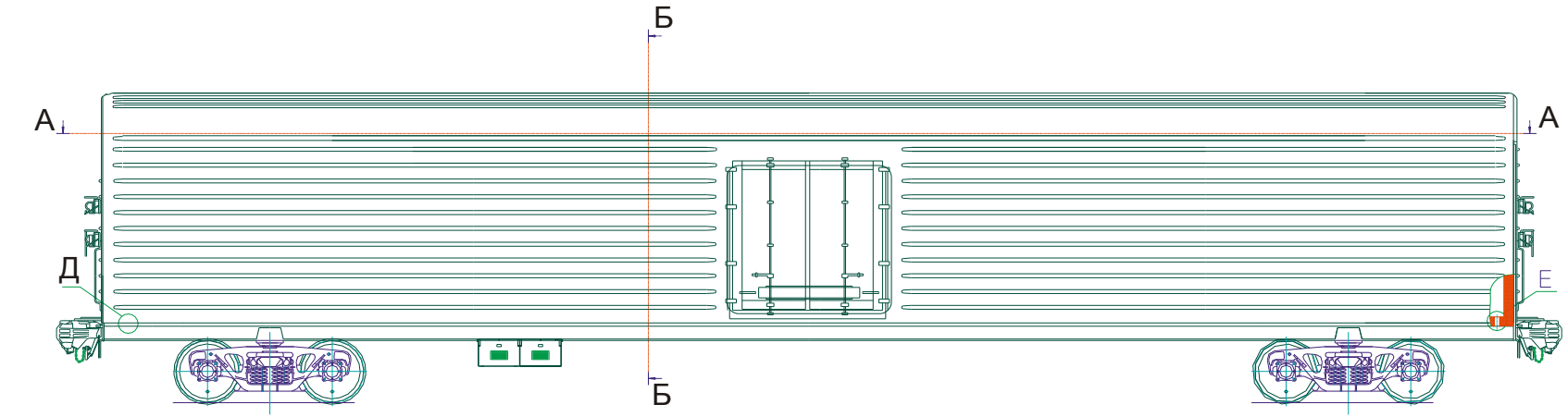
Компоновка оборудования



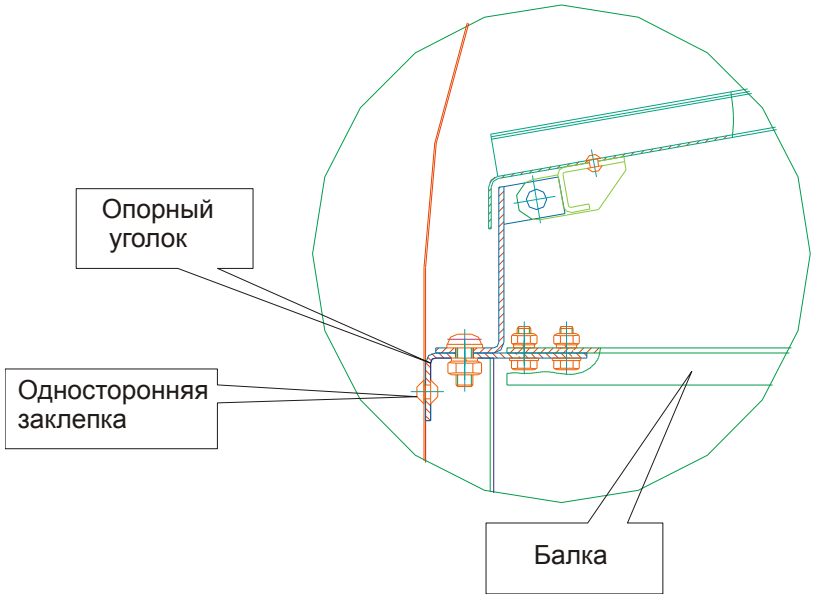




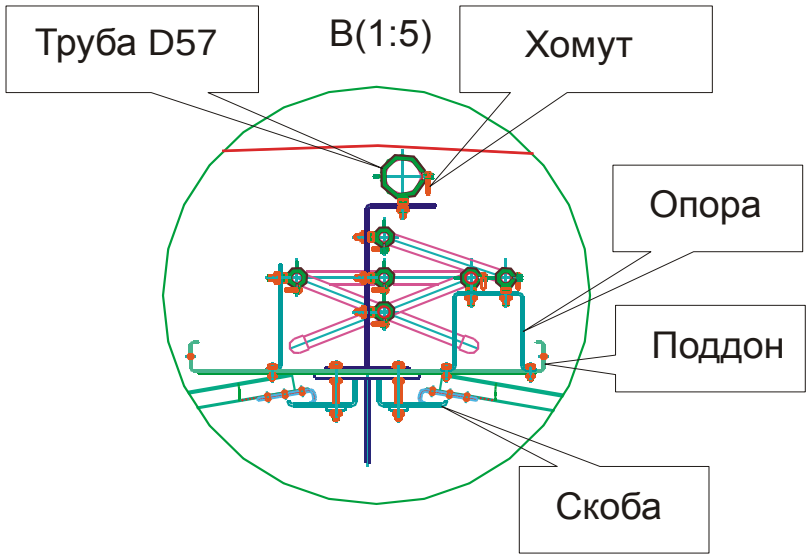
Вагон-термос с азотной системой охлаждения



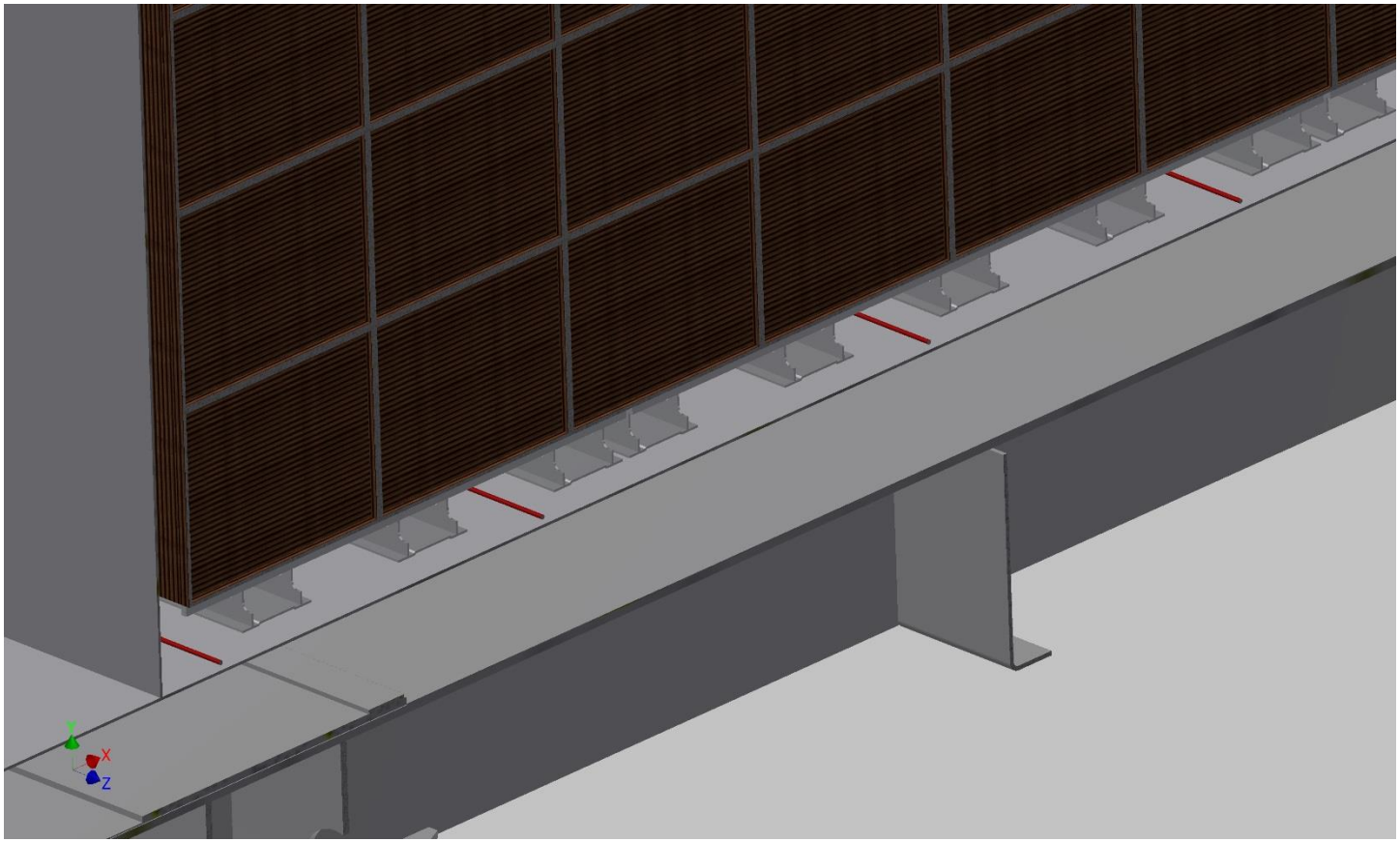
Г(1:5)



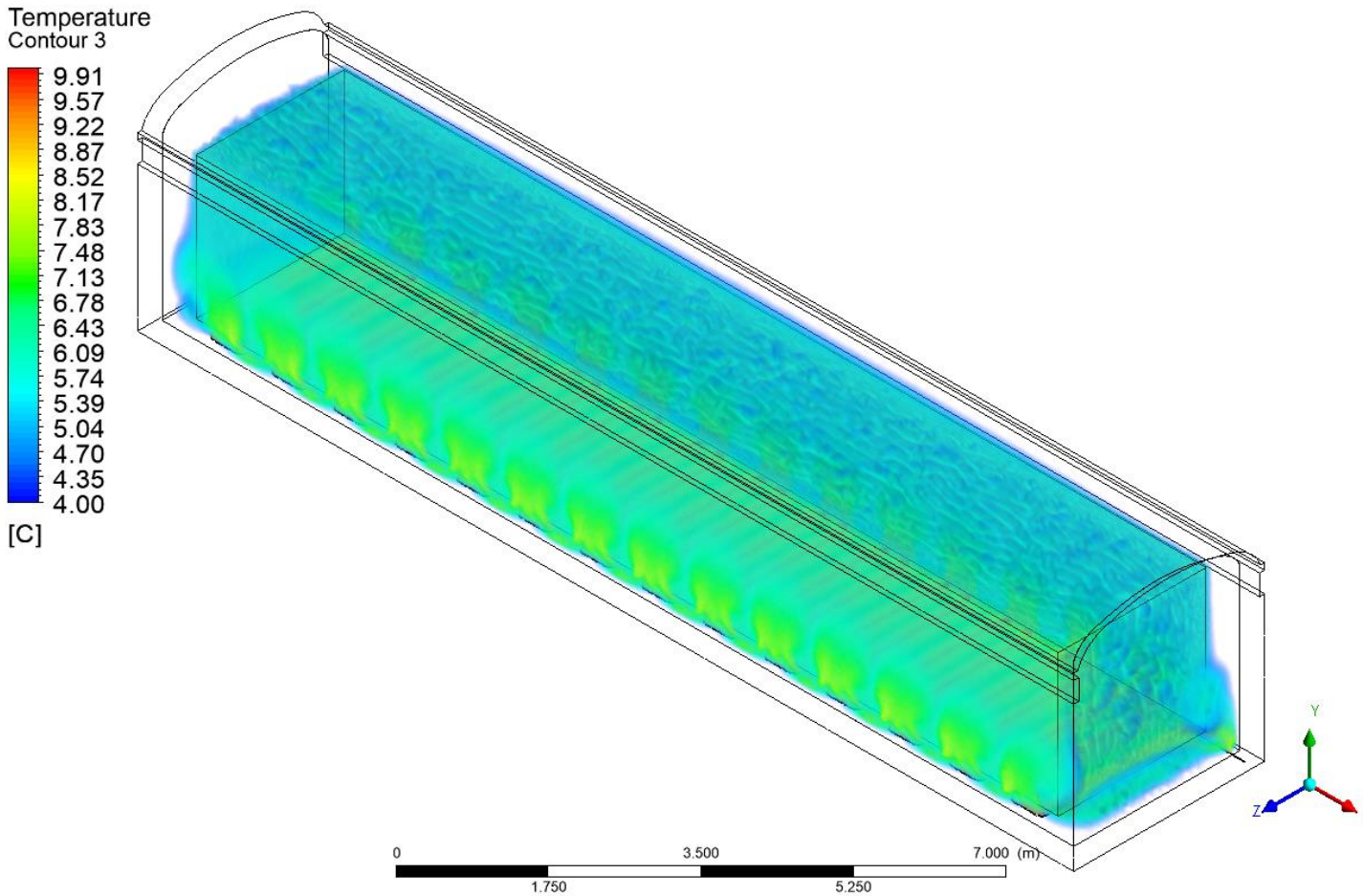
В(1:5)

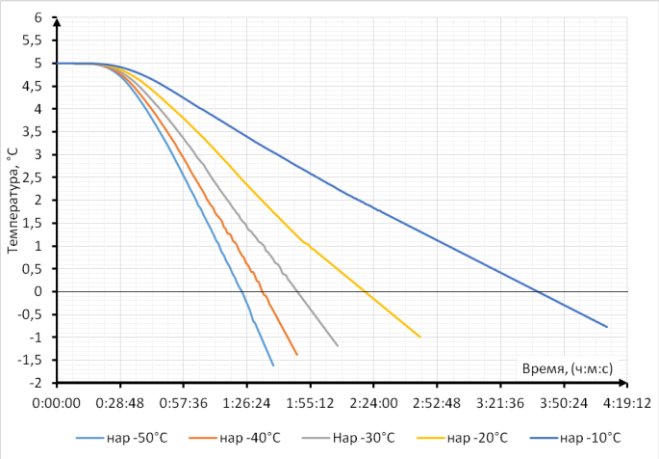


Модель кабельной системы обогрева грузового помещения

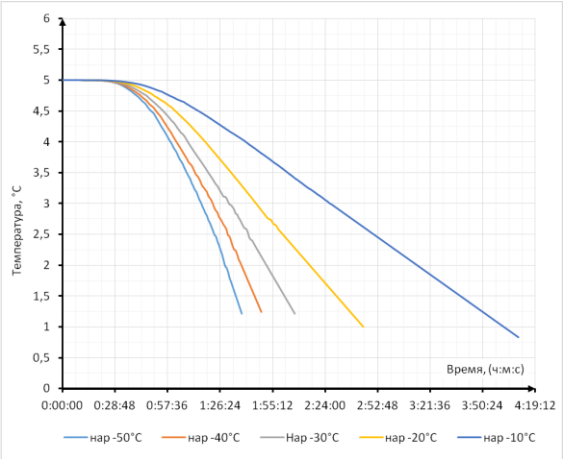


Трехмерная модель грузового помещения с теплоизоляцией

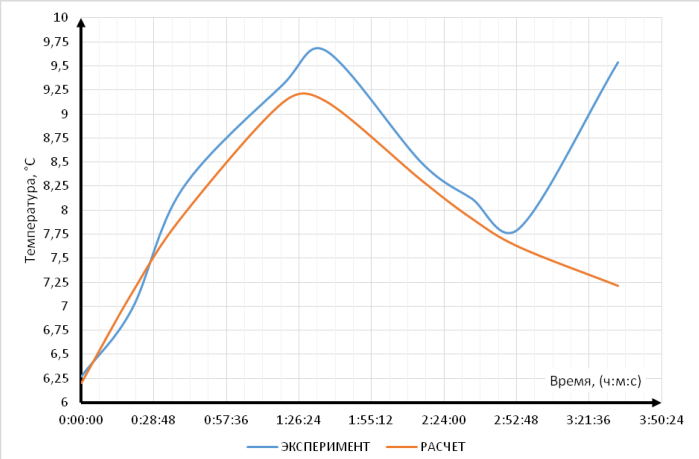




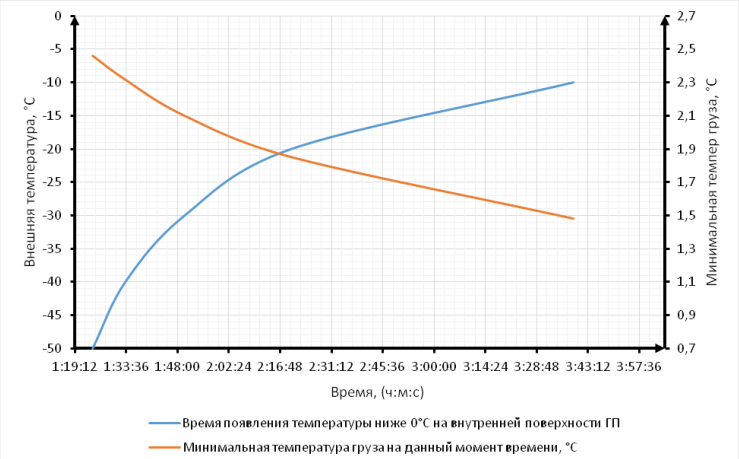
Зависимость минимального значения температуры на внутренней поверхности стенок и пола грузового помещения от времени остывания вагона



Зависимость минимального значения температуры на внешней поверхности груза от времени остывания вагона



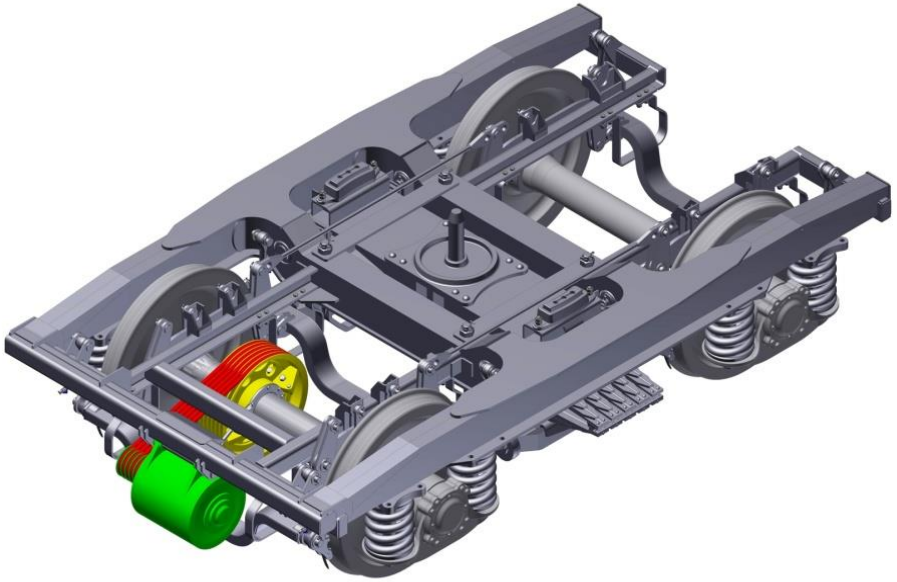
Сравнительная зависимость графика изменения температуры в воздухе и на поверхности груза в грузового помещения для эксперимента и расчета



Зависимость времени появления температуры ниже нуля на внутренней поверхности грузового помещения от температуры внешнего воздуха. И минимальная температура груза на данный момент времени

Модернизированная тележка КВЗ-И2

В РГУПС разработан и реализован проект модернизации тележки КВЗ-И2 с установкой на неё вентильно-индукторного подвагонного генератора мощностью не менее 20 кВт.



Заключение

1. В результате анализа современного состояния ИПС в целом, конструкций энергохолодильного оборудования вагонов и технологий транспортировки скоропортящихся грузов, сформулирована концепция разработки нового изотермического подвижного состава и средств доставки крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров с применением структурно-технологической модернизации.

2. Сформулированы критерии и, с использованием метода экспертных оценок, определены приоритеты требований к техническим параметрам функциональных систем ИПС нового поколения, позволяющие предложить универсальную концепцию функционирования.

3. Для повышения технологической, эксплуатационной и экономической эффективности предложена единая модульная платформа унифицированного изотермического кузова, позволяющая реализовывать на ее основе различные типы изотермических вагонов

4. Предложен, обоснован и апробирован комплекс технических и технологических решений для систем термостабилизации и энергоснабжения, позволяющий реализовывать на базе основного вагонокомплекта, исполненного с высоким модернизационным ресурсом, изотермический вагон требуемой комплектации и с заданными техническими параметрами, обеспечивающими потребительские качества в максимальной степени соответствующими требованиям рынка транспортных услуг.