

Dilibrium

dilibrium.ru

18

лет

РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИОНИКА

Применение имитационного моделирования в экосистеме БАС



Зигуля Андрей Сергеевич

Dilibrium

dilibrium.ru

18

лет



РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИАНИКА

Обзор технологии имитационного моделирования

Определение термина «имитационное моделирование»

1. Цифровой двойник изделия
2. Цифровой двойник производственных или бизнес-процессов
3. Цифровой двойник систем или эксплуатационных показателей
4. Цифровой двойник клиента / партнера / поставщика / сотрудника – цифровой аватар



Области применения имитационного моделирования

1. Виртуальный испытательный полигон
2. Решение оптимизационных задач
3. Реактивный мониторинг и визуализация показателей в реальном времени
4. Проактивный мониторинг, предсказание нештатных и аварийных ситуаций
5. Предиктивное управление

Эффекты применения имитационного моделирования

1. Уменьшение затрат на производство
2. Сокращение времени выхода на рынок
3. Прогнозируемое диагностическое обслуживание

Dilibrium

dilibrium.ru

18

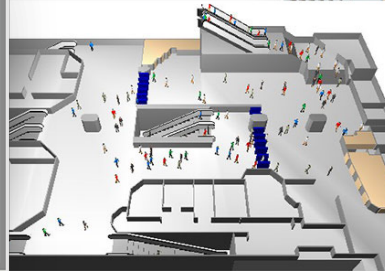
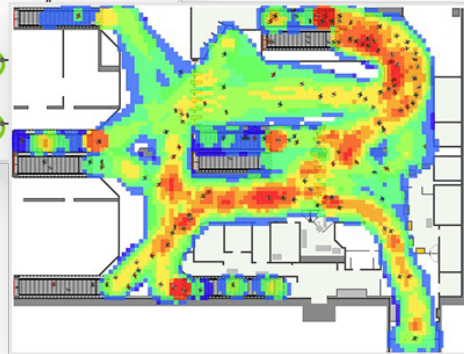
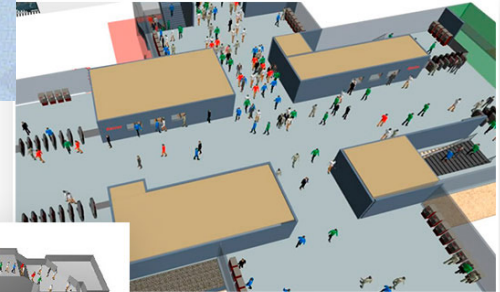
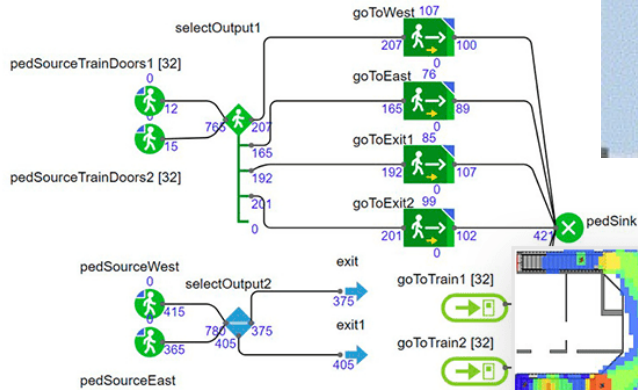
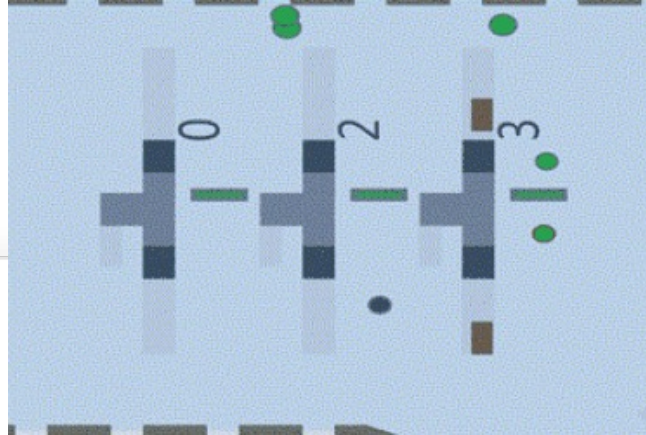
лет



РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИОНИКА

Решение прикладных задач в авиационной
отрасли и отрасли БВС с помощью
имитационного моделирования

Планирование терминалов аэропортов с применением имитационного моделирования

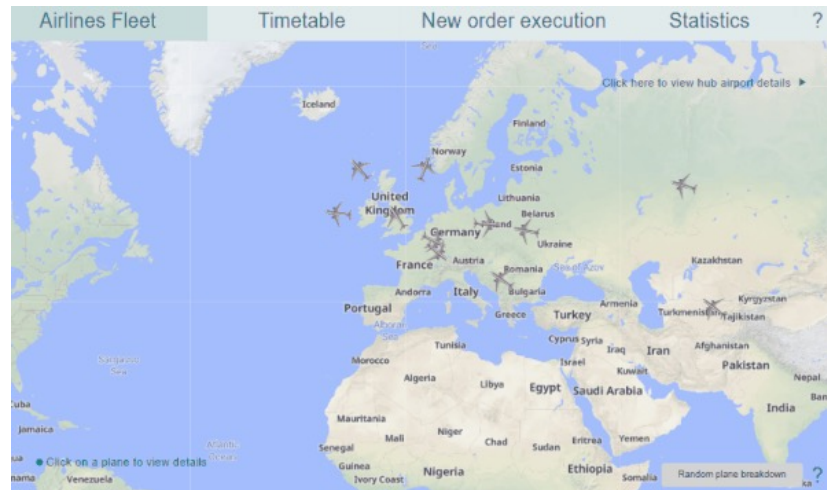


Оптимизация планирования потребности в запасных частях воздушных судов

1. Проблема в персонале.
Королевский корпус
электромеханических инженеров
британской армии



2. Задержки регулярных рейсов из-за обслуживания.
Аэропорт Хитроу (Лондон)



Проектирование аэродромной сети малой авиации и БВС в условиях крайнего севера



Малая авиация России в условиях крайнего севера по версии Kandinsky 2.1



Проектирование аэродромной сети малой авиации и БВС в условиях крайнего севера



ВОСТОЧНЫЙ ЦЕНТР
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ



Цифровой двойник «Северного завоза»

Информационная система для оптимизации стоимости, сроков и логистики поставки жизненно важных грузов в труднодоступные районы Дальневосточного федерального округа и Арктической зоны РФ

3104

грузов жизнеобеспечения завозится в рамках мероприятий по Северному завозу

25

регионов, на территории которых осуществляется Северный завоз

206

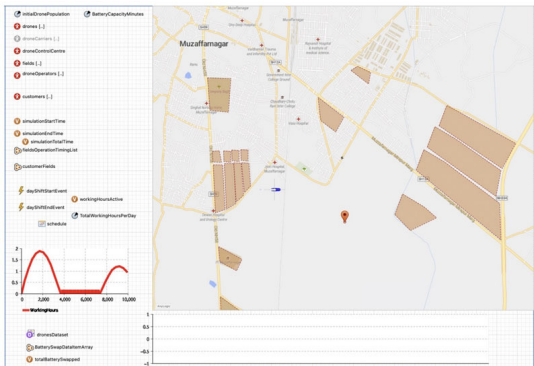
муниципальных районов смоделированы в рамках цифровой модели Северного завоза

>300

судов задействовано в обеспечении жителей в рамках Северного завоза

Виртуальный испытательный полигон для управления роем беспилотных дронов

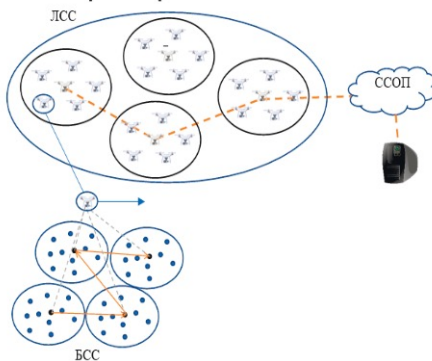
1. Сколько дронов нужно использовать?



2. Когда, где и какие дроны нужны?



3. Как использовать дроны?



Dilibrium

dilibrium.ru

18

лет



РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИАНИКА

Проблематика развития
имитационного моделирования в
России

Проблематика развития имитационного моделирования в России

1. Большинство инструментов для имитационного моделирования (систем имитационного моделирования) принадлежат западным компаниям
2. Отечественный рынок систем имитационного моделирования состоит из разрозненных решений и так же, в своем подавляющем большинстве, базируется на западных технологиях
3. Небольшое количество отечественных решений направлены на решение узких задач и не масштабируемы на другие отрасли и даже другие типы процессов
4. Разработки, в области имитационного моделирования, зачастую носят теоретический характер и не получают поддержки со стороны крупных государственных организаций и крупного бизнеса
5. Отсутствие БАЗОВЫХ отечественных технологий, для разработки систем имитационного моделирования

Dilibrium

dilibrium.ru

18

лет



РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИАНИКА

Решения Dilibrium

1. Собственные методические подходы к оценке эффективности различных сложных систем
2. Фундаментальная технология для выполнения анализа данных
3. Вычислительная оптимизация основных статистических функций и численных методов для больших наборов или потоков данных
4. Система поддержки принятия решений – виртуальный диспетчер

Dilibrium

dilibrium.ru

18

лет



РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИАНИКА

Кейсы с применением СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

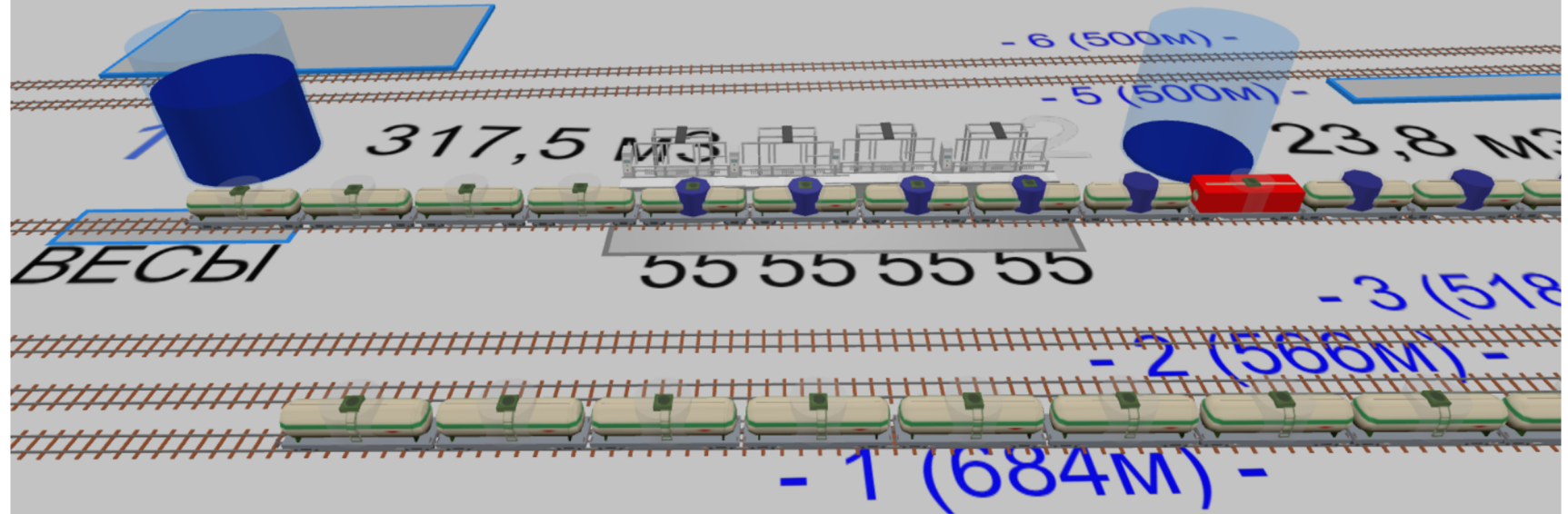
Кейс: Цифровой двойник ж/д ПГФ терминала, 2022 г.

Имитационная модель ж/д станции по загрузке I II Ф

2D 3D

День: 1, время: 22:28:00

Ключевые показатели



Кейс: Цифровой двойник роботизированного склада, 2022 г. Яндекс **YANGO DELI**

Имитационная модель роботизированного склада

2D

3D

Статистика

Корзины

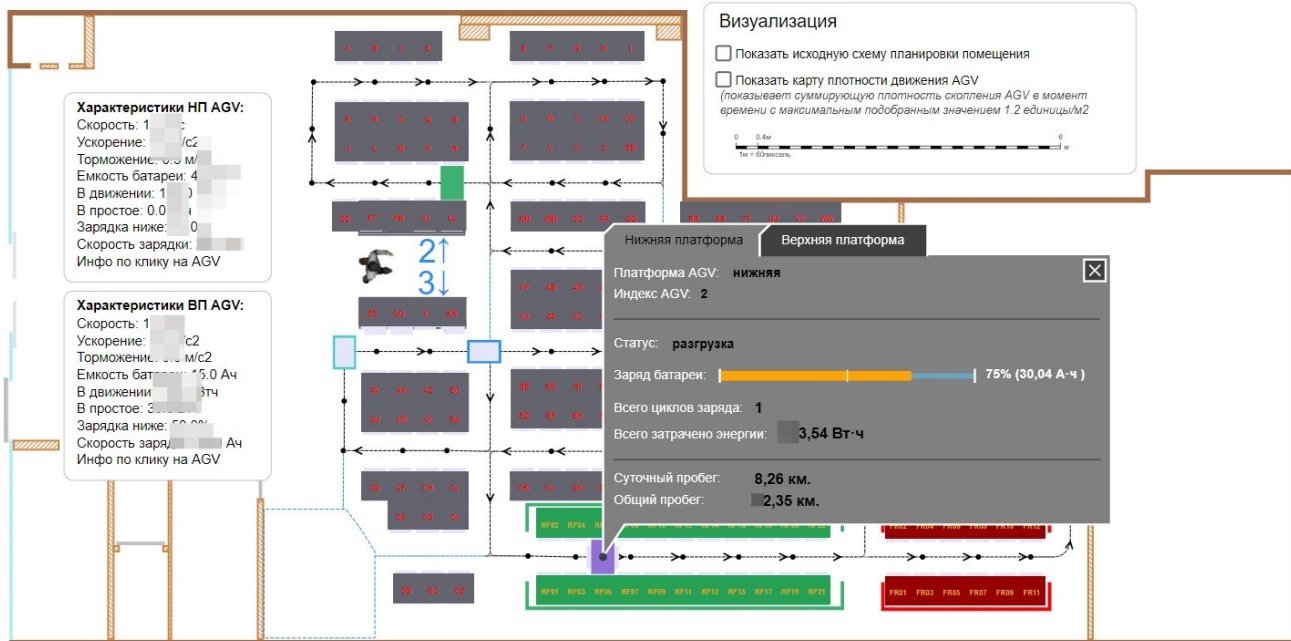
Заказы

День: 2, время: 16:02:23

Воскресенье, 2 января

Текущее кол-во заказов в обработке: 5 (кол-во продуктов в заказах: 65)

Кол-во корзин возвращаются со станции на склад: 4



Ключевые показатели

Алгоритм размещения корзин: VG-0

Общее кол-во обработанных заказов/продуктов: 2 (8)

Время обработки заказов, в секундах:

Миним.	Медиана	Максим.
4	1	10

Корзины

Всего корзин на складе: 1
 из них пустые: 1 шт.
 Всего обработанных корзин: 1 шт.
 из них слева: 1 шт. / справа: 0 шт.
 Макс. кол-во товаров в корзине: 0 шт.

Кол-во корзин в обработке: 8 шт.
 из них на ст. компл.: 5 шт.

Склад на: Воскресенье, 2 января

- Сухая зона**
 Всего мест: 1768, занято (45,9%)
 Товаров в зоне: 1237 шт. в 429 корзинах
 - кол-во товаров по остаткам (план): 1 шт.
 - кол-во товаров по остаткам (факт): 1 шт.
 - план продаж на сутки: 1 товаров
- Холодильник**
 Всего мест: 308, занято (48,4%)
 Товаров в зоне: 4 шт. в 2 корзинах
 - кол-во товаров по остаткам (план): 2 шт.
 - кол-во товаров по остаткам (факт): 2 шт.
 - план продаж на сутки: 199 товаров
- Морозильник**
 Всего мест: 168, занято (54,8%)
 Товаров в зоне: 3 шт. в 3 корзинах
 - кол-во товаров по остаткам (план): 1 шт.
 - кол-во товаров по остаткам (факт): 1 шт.
 - план продаж на сутки: 51 товаров

Коэф. оптимизации маршрутной сети: 381

----- двусторонний путь ----- односторонний путь

автоматическое замедление скорости симуляции при обработке заказов

Делать паузу симуляции, если в заказах на обработку товаров больше 70 шт.

50 150

Dilibrum Санкт-Петербург, 2022 г., v.2.12.5.74

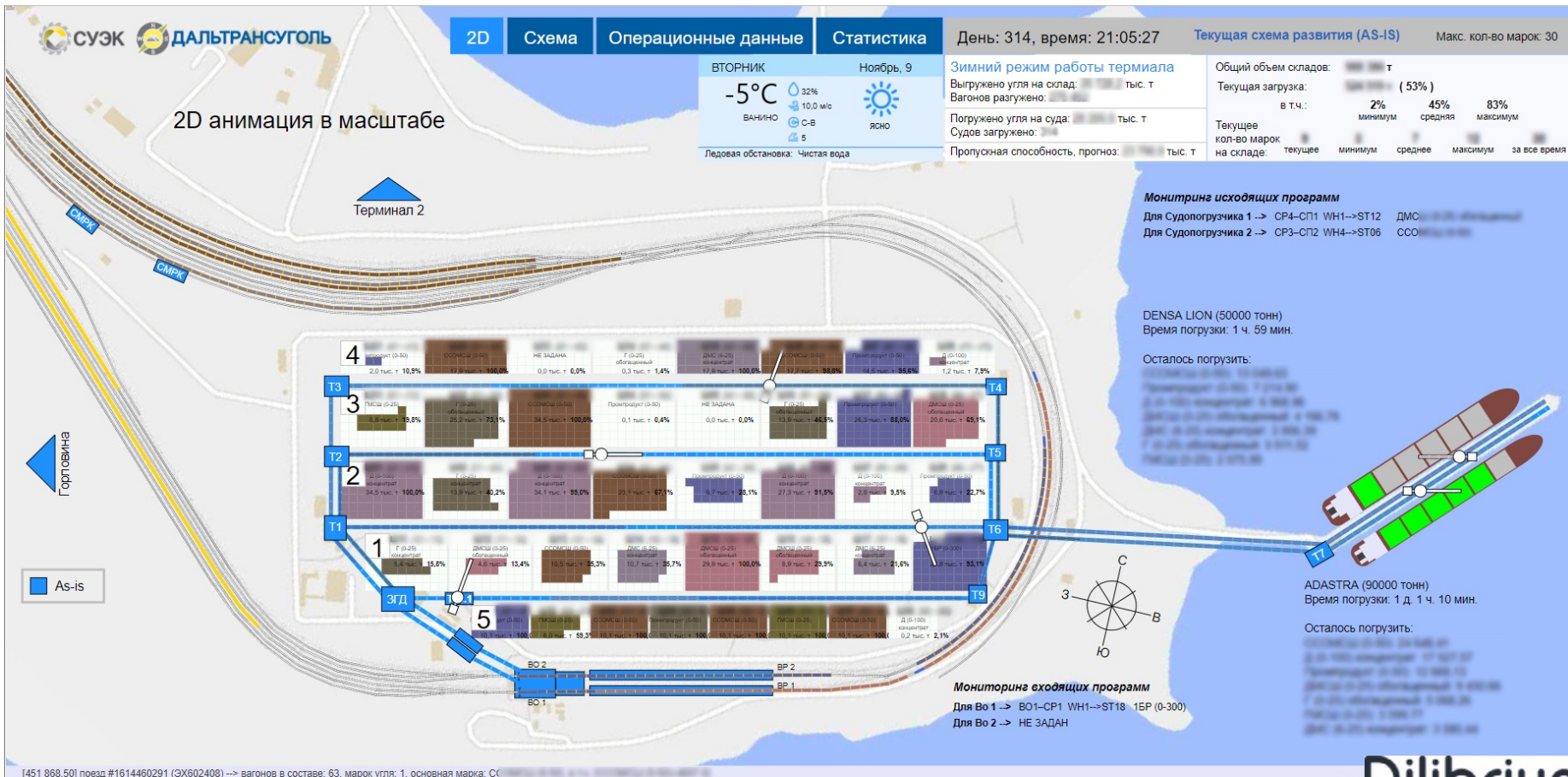
Кейс: Цифровой двойник угольного терминала, 2021 г.



ДАЛЬТРАНСУГОЛЬ

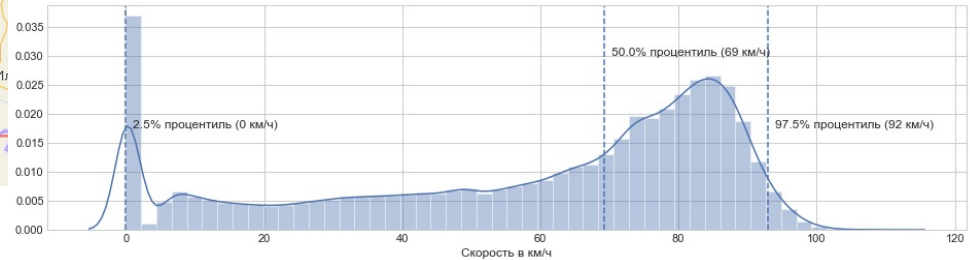
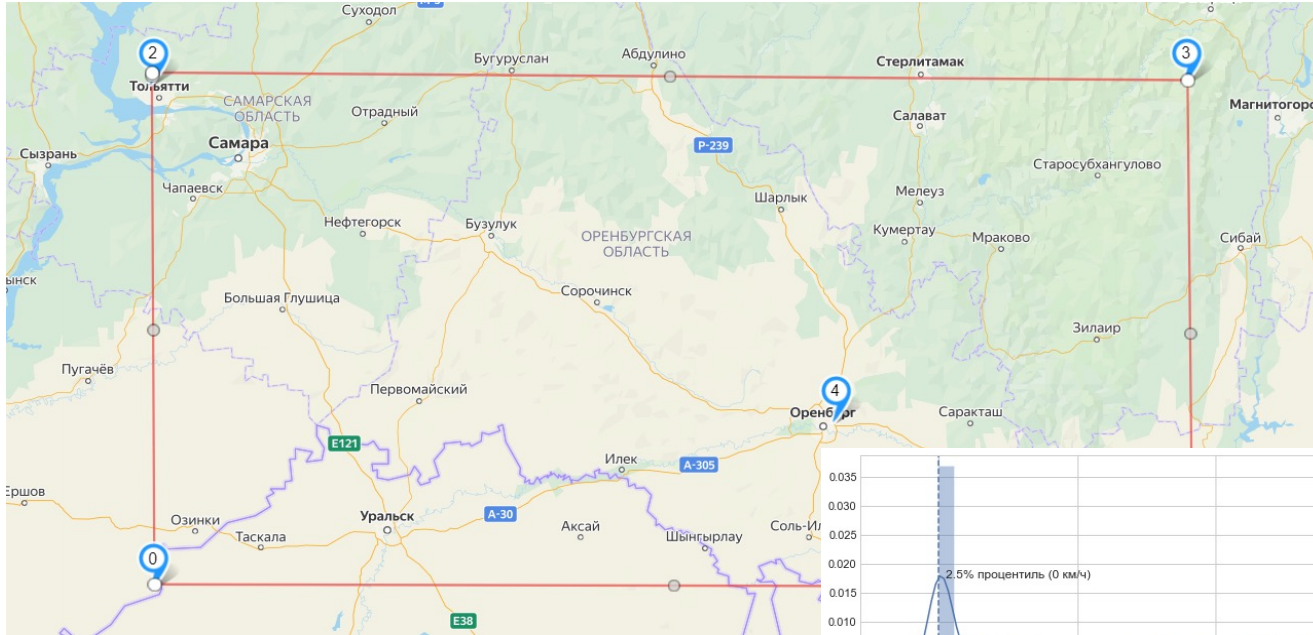


Национальная
Транспортная
Компания



[451 868.50] поезд #1614460291 (ЭХ602408) -> вагонов в составе: 63, марок угля: 1, основная марка: СС

Кейс: НИР «Разработка математических моделей процессов формирования потребности автотранспортных предприятий в запасных частях и расходных материалах», 2021 – 2022гг.



Haversinus Algorithm

$$D = 2 \times R \times \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\Delta \varphi}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \times \cos(\varphi_2) \times \sin^2 \left(\frac{\Delta \lambda}{2} \right)} \right)$$

Кейс: Модель по планированию работы вагонного парка, 2022 г.



Карта **Статистика**

Заявки Станции Маршруты Выручка

1
ВЫСОЦК

ЕРУНАКОВО — ВЫСОЦ(ЭК) (4 193 км)	
ВСЕГО	217 331 т
УГОЛЬ:	3 061 вагонов
ПЕСОК:	211 114 т
НЕФТЬ:	306 вагонов
НЕФТЬ:	168 500 т
НЕФТЬ:	1 348 вагонов
ВСЕГО:	406 945 т
ВСЕГО:	4 715 вагонов

БЕЛОВО — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 054 км)	
ВСЕГО	165 856 т
УГОЛЬ:	2 336 вагонов
ПЕСОК:	186 990 т
НЕФТЬ:	2 710 вагонов
НЕФТЬ:	251 375 т
НЕФТЬ:	2 011 вагонов
ВСЕГО:	604 221 т
ВСЕГО:	7 057 вагонов

БОЧАТЫ — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 075 км)	
ВСЕГО	82 502 т
УГОЛЬ:	1 162 вагонов
ПЕСОК:	363 561 т
НЕФТЬ:	5 269 вагонов
НЕФТЬ:	369 626 т
НЕФТЬ:	2 367 вагонов
ВСЕГО:	815 688 т
ВСЕГО:	9 388 вагонов

ЕРУНАКОВО — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 171 км)	
ВСЕГО	492 953 т
УГОЛЬ:	6 943 вагонов
ПЕСОК:	49 887 т
НЕФТЬ:	723 вагонов
НЕФТЬ:	193 375 т
НЕФТЬ:	1 547 вагонов
ВСЕГО:	736 215 т
ВСЕГО:	9 213 вагонов

ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКИЙ 2 — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 044 км)	
ВСЕГО	29 536 т
УГОЛЬ:	416 вагонов
ПЕСОК:	80 837 т
НЕФТЬ:	1 173 вагонов
НЕФТЬ:	124 875 т
НЕФТЬ:	999 вагонов
ВСЕГО:	235 348 т
ВСЕГО:	2 588 вагонов

МЕРЕТЬ — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 043 км)	
ВСЕГО	65 462 т
УГОЛЬ:	922 вагонов
ПЕСОК:	291 249 т
НЕФТЬ:	4 221 вагонов
НЕФТЬ:	125 т
НЕФТЬ:	1 вагонов
ВСЕГО:	356 836 т
ВСЕГО:	5 144 вагонов

САРБАЛА — ЛУЖСК.(ЭКСП) (4 247 км)	
ВСЕГО	10 011 т
УГОЛЬ:	141 вагонов
ПЕСОК:	346 311 т
НЕФТЬ:	5 019 вагонов
НЕФТЬ:	49 125 т
НЕФТЬ:	393 вагонов
ВСЕГО:	405 447 т
ВСЕГО:	5 553 вагонов

6
ЛАЖСКАЯ
ЭКСПОРТНАЯ

2
БЕЛОВО

2
БОЧАТЫ

6
ЕРУНАКОВО

2
ЛЕНИНСК
КУЗНЕЦКИЙ 1

3
ЛЕНИНСК
КУЗНЕЦКИЙ 2

6
МЕРЕТЬ

ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКИЙ 2 — ВАНИНО(ЭК) (5 438 км)	
ВСЕГО	211 551 т
УГОЛЬ:	2 381 вагонов
ПЕСОК:	121 371 т
НЕФТЬ:	1 759 вагонов
НЕФТЬ:	139 375 т
НЕФТЬ:	1 115 вагонов
ВСЕГО:	472 397 т
ВСЕГО:	5 855 вагонов

БЕЛОВО — НАХОД-В(ЭК) (6 106 км)	
ВСЕГО	202 918 т
УГОЛЬ:	2 858 вагонов
ПЕСОК:	290 904 т
НЕФТЬ:	4 216 вагонов
НЕФТЬ:	49 250 т
НЕФТЬ:	394 вагонов
ВСЕГО:	543 072 т
ВСЕГО:	7 468 вагонов

БОЧАТЫ — НАХОД-В(ЭК) (6 085 км)	
ВСЕГО	84 206 т
УГОЛЬ:	1 186 вагонов
ПЕСОК:	111 021 т
НЕФТЬ:	1 609 вагонов
НЕФТЬ:	271 250 т
НЕФТЬ:	2 170 вагонов
ВСЕГО:	466 477 т
ВСЕГО:	4 965 вагонов

ЕРУНАКОВО — НАХОД-В(ЭК) (5 983 км)	
ВСЕГО	1 535 304 т
УГОЛЬ:	21 624 вагонов
ПЕСОК:	235 911 т
НЕФТЬ:	3 419 вагонов
НЕФТЬ:	270 500 т
НЕФТЬ:	2 164 вагонов
ВСЕГО:	2 041 715 т
ВСЕГО:	27 207 вагонов

ЕРУНАКОВО — ВАНИНО(ЭК) (5 319 км)	
ВСЕГО	21 015 т
УГОЛЬ:	296 вагонов
ПЕСОК:	16 422 т
НЕФТЬ:	238 вагонов
НЕФТЬ:	127 750 т
НЕФТЬ:	1 022 вагонов
ВСЕГО:	165 188 т
ВСЕГО:	1 556 вагонов

ЕРУНАКОВО — ГРОД(ЭК.КЖД) (5 816 км)	
ВСЕГО	433 831 т
УГОЛЬ:	6 111 вагонов
ПЕСОК:	38 871 т
НЕФТЬ:	659 вагонов
НЕФТЬ:	282 000 т
НЕФТЬ:	2 256 вагонов
ВСЕГО:	754 452 т
ВСЕГО:	8 926 вагонов

ЕРУНАКОВО — КАМЫШ(ЭК) (5 969 км)	
ВСЕГО	103 660 т
УГОЛЬ:	1 460 вагонов
ПЕСОК:	290 145 т
НЕФТЬ:	4 205 вагонов
НЕФТЬ:	202 625 т
НЕФТЬ:	1 621 вагонов
ВСЕГО:	596 430 т
ВСЕГО:	7 286 вагонов

ЛЕНИНСК-КУЗНЕЦКИЙ 1 — ВАНИНО(ЭК) (5 427 км)	
ВСЕГО	336 262 т
УГОЛЬ:	4 722 вагонов
ПЕСОК:	0 т
НЕФТЬ:	0 вагонов
НЕФТЬ:	136 875 т
НЕФТЬ:	1 095 вагонов
ВСЕГО:	472 137 т
ВСЕГО:	5 817 вагонов

ТЕРЕНТЬЕВСКАЯ — ВАНИНО(ЭК) (5 343 км)	
ВСЕГО	420 036 т
УГОЛЬ:	5 916 вагонов
ПЕСОК:	25 599 т
НЕФТЬ:	371 вагонов
НЕФТЬ:	279 375 т
НЕФТЬ:	2 235 вагонов
ВСЕГО:	725 010 т
ВСЕГО:	8 522 вагонов

ТЕРЕНТЬЕВСКАЯ — ГРОД(ЭК.КЖД) (5 840 км)	
ВСЕГО	212 787 т
УГОЛЬ:	2 997 вагонов
ПЕСОК:	109 365 т
НЕФТЬ:	1 585 вагонов
НЕФТЬ:	280 000 т
НЕФТЬ:	2 240 вагонов
ВСЕГО:	602 152 т
ВСЕГО:	6 822 вагонов

САРБАЛА — ГРОД(ЭК.КЖД) (5 828 км)	
ВСЕГО	9 656 т
УГОЛЬ:	136 вагонов
ПЕСОК:	70 725 т
НЕФТЬ:	1 025 вагонов
НЕФТЬ:	119 125 т
НЕФТЬ:	953 вагонов
ВСЕГО:	199 506 т
ВСЕГО:	2 114 вагонов

МЕРЕТЬ — НАХОД-В(ЭК) (6 117 км)	
ВСЕГО	214 704 т
УГОЛЬ:	3 024 вагонов
ПЕСОК:	161 736 т
НЕФТЬ:	2 344 вагонов
НЕФТЬ:	0 т
НЕФТЬ:	0 вагонов
ВСЕГО:	376 440 т
ВСЕГО:	5 368 вагонов

МЕРЕТЬ — М.ЧУРКИН(ЭК) (5 974 км)	
ВСЕГО	184 245 т
УГОЛЬ:	2 595 вагонов
ПЕСОК:	118 256 т
НЕФТЬ:	1 714 вагонов
НЕФТЬ:	250 т
НЕФТЬ:	2 вагонов
ВСЕГО:	302 761 т
ВСЕГО:	4 311 вагонов

МЕРЕТЬ — М.АСТАФЬЕВ(Э) (6 120 км)	
ВСЕГО	63 160 т
УГОЛЬ:	960 вагонов
ПЕСОК:	101 637 т
НЕФТЬ:	1 473 вагонов
НЕФТЬ:	170 000 т
НЕФТЬ:	1 360 вагонов
ВСЕГО:	339 797 т
ВСЕГО:	3 793 вагонов

МЕРЕТЬ — КАМЫШ(ЭК) (6 103 км)	
ВСЕГО	19 951 т
УГОЛЬ:	281 вагонов
ПЕСОК:	0 т
НЕФТЬ:	0 вагонов
НЕФТЬ:	125 т
НЕФТЬ:	1 вагонов
ВСЕГО:	20 076 т
ВСЕГО:	282 вагонов

4
ВАНИНО

4
ГРОДЕКОВО 2

2
КАМЫШОВАЯ

1
МЫС АСТАФЬЕВА

1
МЫС ЧУРКИН

8
НАХОДКА
ВОСТОЧНАЯ

ВСЕГО ЗАЯВОК ЗА ПЕРИОД С 2021-09-01 ПО 2021-09-30

Кейс: Цифровой двойник транспортной сети. Оптимизация цепей поставок, 2020 г.



GFA NO SIM TO
x1/10

SIM Цепочка поставок

Data

Simulation experiment

Variation experiment

Comparison experiment

Risk analytics experiment

External tables

+ New scenario

Import scenario

Experiment durations:

All periods

Start date: 2019-08-01 End date: 2019-09-01

Finances statistic unit: rub

Product statistic unit: m³

Time statistic unit: day

Distance statistic unit: km

Pre-processor: Default

Post-processor: Save results

Карта

2D

Логика

Транспортные узлы

Региональный уровень

Add new tab

Сравнение

Отклонения от расписания

Время в пути / простои

Расписание движения чартеров

страна	статус	№ КТ	ТЕРМИНАЛ	ДАТА отправления	ПОЛУЧАТЕЛЬ	ДАТА прибытия	АТРАКЦИОН
TR	plane	TK/81	P4	01.08.2019	Сборная УТ	04.08.2019	ввозимый
plane	P29/29	ИИЗ	01.08.2019	Тельмаво	09.08.2019	ИМПОРТ	
plane	P29/29	Киевгородка	04.08.2019	ИИЗ/ИИЗ	07.08.2019	ЭКСПОРТ	
TR	plane	TK/81	ИИЗ	04.08.2019	P4	07.08.2019	ввозимый
plane	K17/29	P4	04.08.2019	Налваичева	05.08.2019	ввозимый	
plane	P29/29	Киевгородка	04.08.2019	ИИЗ/ИИЗ	09.08.2019	ЭКСПОРТ	
plane	FTS 636	ИИЗ	04.08.2019	Сборная УТ	04.08.2019	ввозимый	
TR	plane	TK/81	Сборная УТ	07.08.2019	P4	09.08.2019	ввозимый
plane	FTS 636	ИИЗ	08.08.2019	Тельмаво	11.08.2019	ИМПОРТ	
TR	plane	TK/81	ИИЗ	08.08.2019	ИИЗ	02.08.2019	ввозимый
plane	A75 64	Тельмаво	10.08.2019	ИИЗ	16.08.2019	ЭКСПОРТ	
TR	plane	P29/29	ИИЗ	11.08.2019	Киевгородка	12.08.2019	ввозимый
24	plane	C-RO -1	Илигостанка	18.08.2019	Алваво	13.08.2019	ЭКСПОРТ
TR	plane	TK/81	ИИЗ	11.08.2019	Сборная УТ	13.08.2019	ввозимый
plane	FTS 637	ИИЗ	11.08.2019	Тельмаво	14.08.2019	ИМПОРТ	
plane	K17/29	Киевгородка	11.08.2019	ИИЗ	14.08.2019	ЭКСПОРТ	
plane	C14/20	Селенка	21.08.2019	ИИЗ	17.08.2019	ЭКСПОРТ	
TR	plane	TK/81	ИИЗ	14.08.2019	P4	17.08.2019	ввозимый

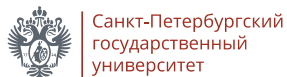
Среди клиентов



ГЛОБАЛ МОНИТОРИНГ
Спутниковый мониторинг транспорта
ГЛОНАСС | Тахографы | ЭРА-ГЛОНАСС



Наши партнеры



РЕЕСТР



ООО «Дилибриум» является партнером ОАО «Российские железные дороги» в области внедрения высокотехнологичных инновационных решений.

Dilibrium

dilibrium.ru

РОССИЙСКАЯ
СОВРЕМЕННАЯ 2023 АВИАЦИКА

Спасибо за внимание!

