



**KAZAN  
DIGITAL  
WEEK 2022**  
21–24 СЕНТЯБРЯ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ



ПОД ЭГИДОЙ  
ПРАВИТЕЛЬСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



УЧРЕДИТЕЛЬ  
КАБИНЕТ МИНИСТРОВ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



ГОД ЦИФРОВИЗАЦИИ  
В РЕСПУБЛИКЕ  
ТАТАРСТАН

**Тематическое направление:  
«Цифровые технологии в сфере  
государственного управления»**

**Thematic areas:  
«Digital technologies in public administration»**

Казань, 2022



ГОД ЦИФРОВИЗАЦИИ  
В РЕСПУБЛИКЕ  
ТАТАРСТАН  
РЕСПУБЛИКАСЫНДА  
ЦИФРЛАШТЫРУ ЕЛЫ



**KAZAN  
DIGITAL  
WEEK 2022**  
21-24 СЕНТЯБРЯ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

Заместитель генерального директора по научной работе ООО «Бюро Гиперборея», д.т.н.

*Bureau Hyperborea Ltd.  
Deputy Director of Science, Dr.Sci.*

**Топаж Александр Григорьевич**

**Bureau Hyperborea**

*Alex Topaj*

**Имитационное моделирование на разных стадиях жизненного цикла транспортной системы – что нужно заказчику кроме самой модели?**

***Simulation modeling at different life cycle stages of the transport system - what does the customer need besides the model itself?***

# Имитационная модель как часть «Цифрового двойника»

Работа подсистем цифровой информационной модели эксплуатации обеспечивается компонентами единой платформы управления жизненным циклом:

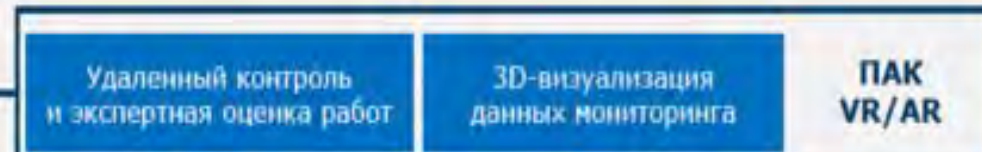
- Инжиниринг — CAD/CAE
- Управление данными, процессами, проектами и поставщиками — PDM
- Планирование и моделирование технологических процессов — CAPP



## Единая PLM-платформа

Примерный состав подсистем информационной модели эксплуатации:

- Цифровое моделирование (поддержка 3D-макета)
- Управление инженерными данными и процессами
- Инженерный анализ и имитационное моделирование
- Интерактивные инструкции и технические руководства
- Мониторинг эксплуатации
- Поддержка визуализации VR/AR
- Прогнозирование состояния эксплуатации



## Цифровая информационная модель эксплуатации

Подключение данных мониторинга

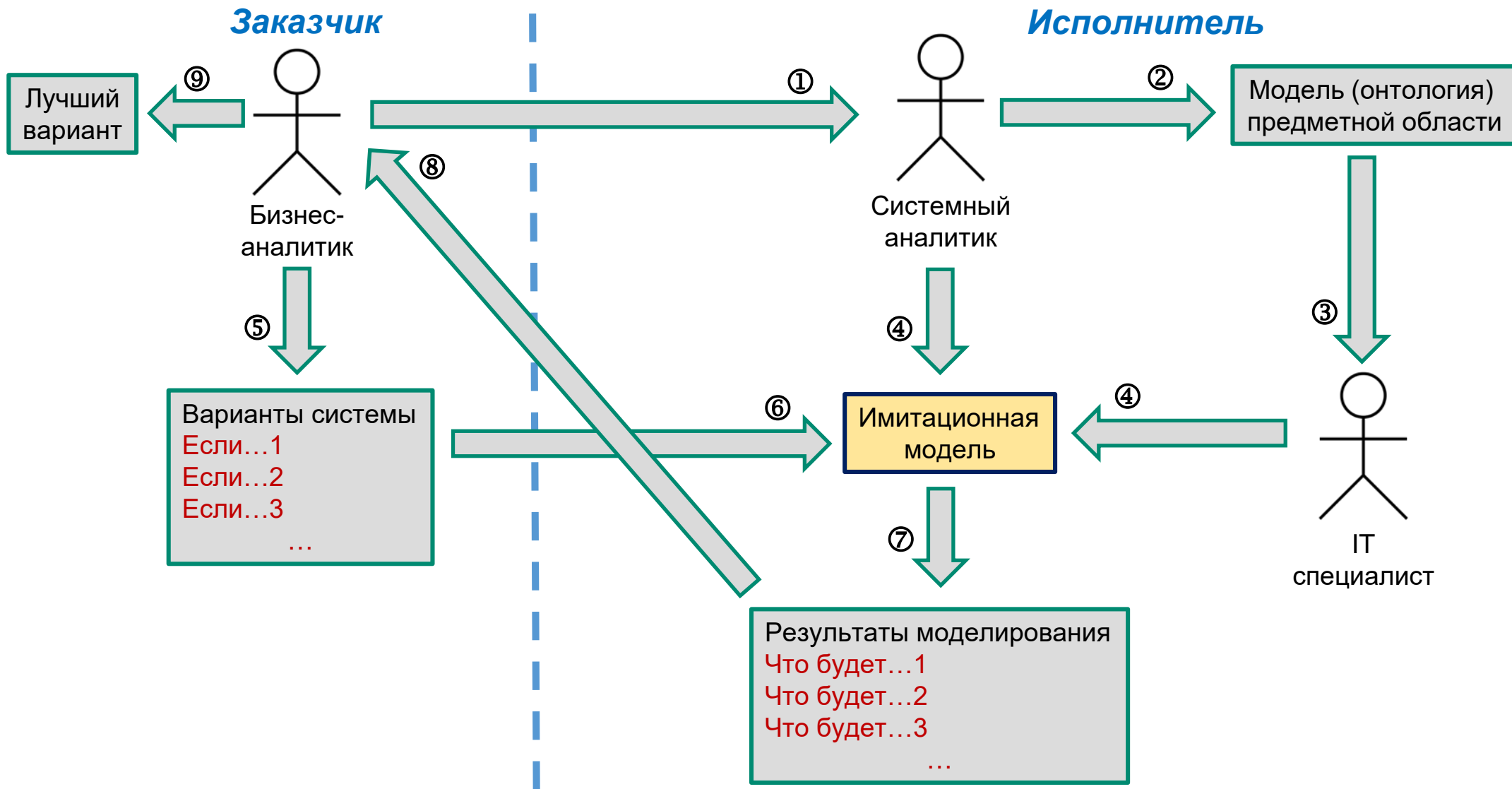
IoT-источники оперативных и исторических данных



## Имитационная модель:

- Описывает динамику изменений объекта моделирования во времени
- Учитывает случайные факторы и воздействия
- Работает с упрощённым логическим образом объекта
- Отвечает на вопросы «Что будет, если...?»

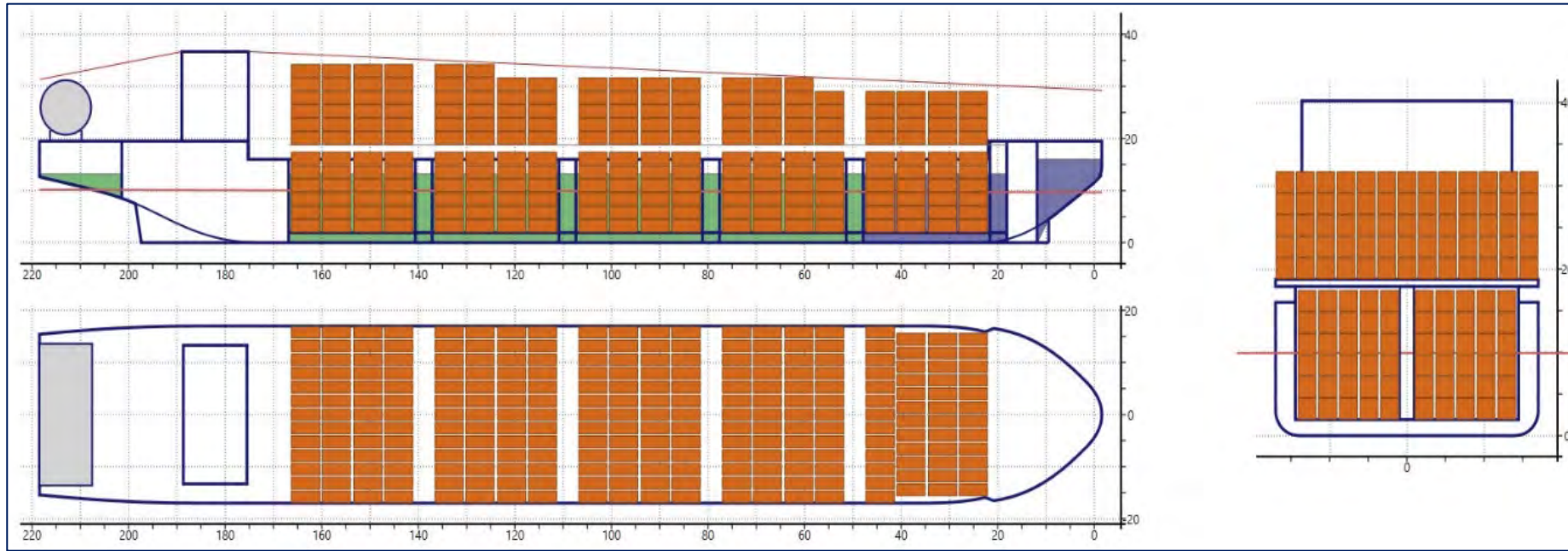
# Что будет, если... Идеальная и реальная схемы исследования



# Оптимизация ТС на разных стадиях жизненного цикла



# Концептуальные проектные решения в судостроении

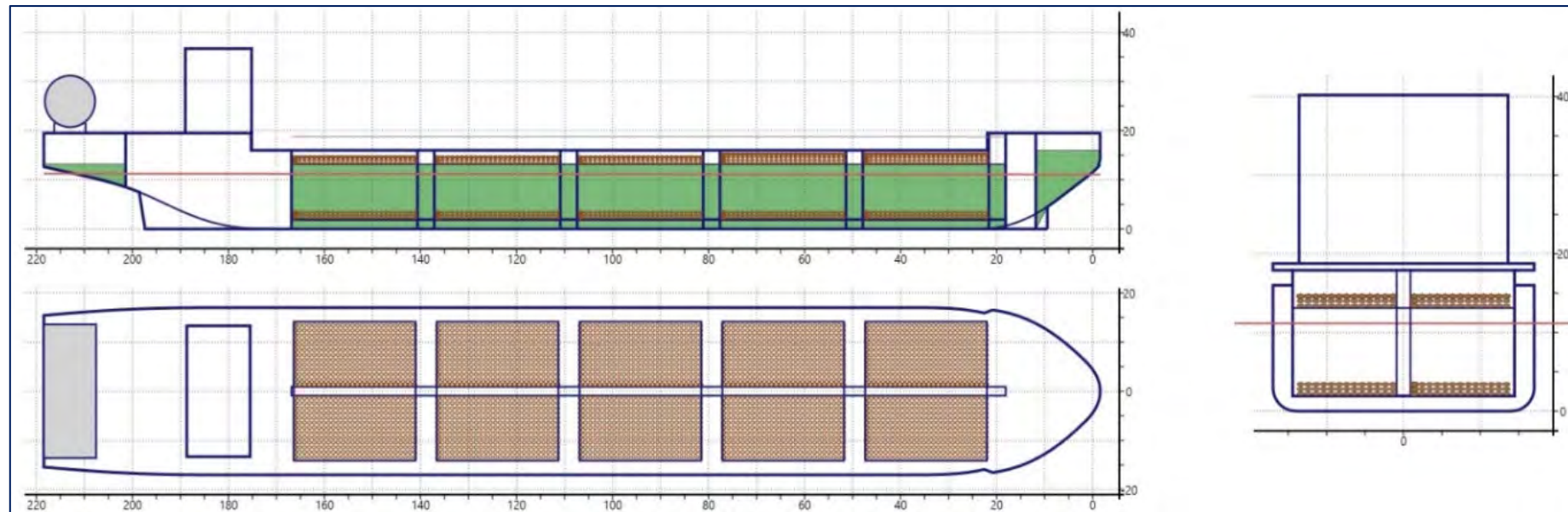


Универсальное  
сухогрузное судно  
ледового плавания

Полная загрузка  
контейнерами

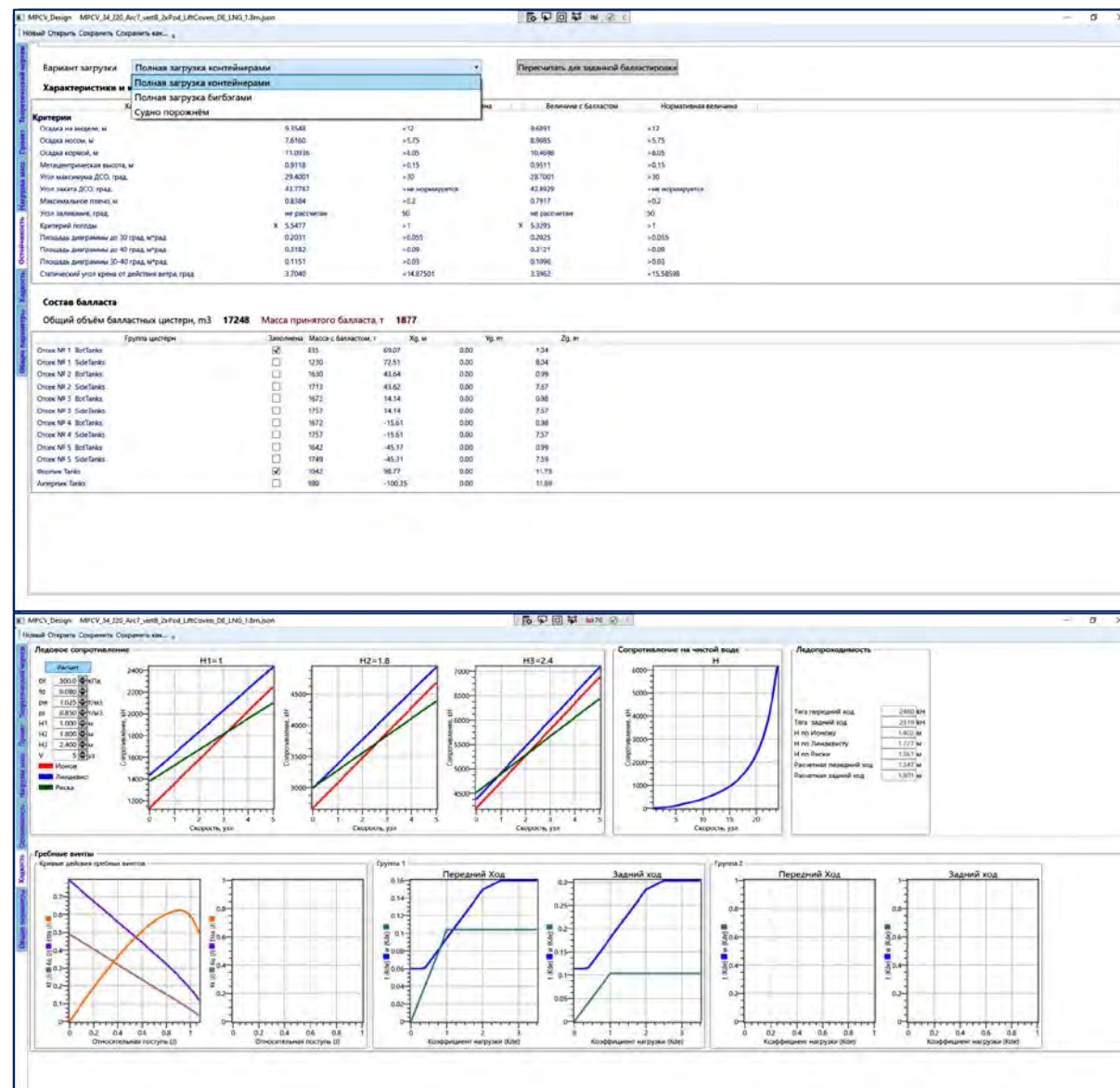
Универсальное  
сухогрузное судно  
ледового плавания

Полная загрузка  
биг-бэгами

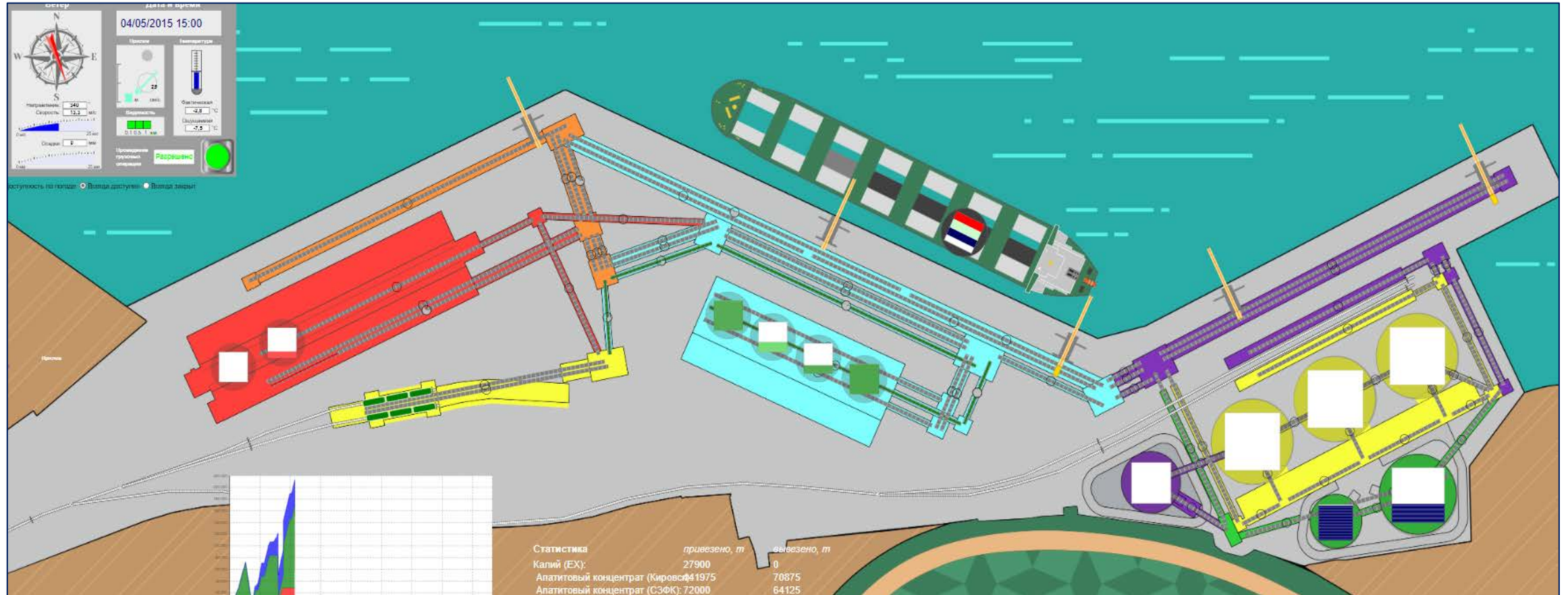


# Приложение «Проектная модель судна ледового плавания»

1. Генерация теоретического чертежа (формы обводов корпуса) под заданные главные размерения
2. Расчёт основных общепроектных параметров судна
3. Формирование схемы общего расположения и расстановка переборок
4. Размещение основных типов груза в трюмах и на крышках люков
5. Моделирование геометрии балластных цистерн
6. Расчёт нагрузки масс и центра тяжести судна порожнём
7. Расчёт дедвейта судна
8. Проверка требований остойчивости и посадки для рассматриваемых состояний загрузки, автоматическая или ручная балластировка
9. Расчёт параметров ходкости в чистой воде и во льдах



# Проектные решения в области береговой инфраструктуры



- Генеральный план территории, конфигурация грузовых фронтов
- Техническое оснащение причалов, грузовое оборудование
- Объёмы и технические характеристики складов и хранилищ
- Топология и технические характеристики конвейерных линий
- ...



# Задачи оперативного планирования в моделях стратегического уровня

Модель предметной области	Элементы оперативного или тактического плана	Учитываемые факторы
Эксплуатация и снабжение нефтедобывающих платформ и нефтеперегрузочных комплексов	Нахождение баланса между обслуживанием транспортных судов основного производственного контура и конкурирующих с ними за причальные места судов снабжения.	Текущие уровни наполненности хранилищ различных грузов и специфичные для судов разных типов «окна погоды»
Арктические транспортные морские коридоры	Оптимальная маршрутизация рейсов судов ледового плавания. Планирование работы ледокольного флота	Существенно нестационарные погодные и ледовые условия. Ограниченность ледокольного ресурса
Мультимодальные контейнерные терминалы	Оптимальное размещение и штабелирование контейнеров на временных площадках хранения	Количество операций по перемещению и перегрузке контейнеров
Работа портов	Календарное планирование портовых операций	Ограниченность стационарных и мобильных элементов портовой инфраструктуры
Управление дискретным производством ( <a href="https://plant-twin.ru/">https://plant-twin.ru/</a> )	Составление исполнимого плана выполнения производственной программы	Производственные заказы, технологические маршруты, загрузка оборудования...



# Работы, выполненные с участием ООО «Бюро Гиперборея», 2019-2022

Работа	Проектные решения	Имитационная Модель	Оперативное планирование	Экономика
Освоение Баимского горнорудного месторождения <b>KAZ Minerals</b>	Проект универсального сухогруза <b>БГ</b>	---	---	Оценка строительной стоимости <b>АО «ЦНИИМФ»</b>
Транзитные контейнерные перевозки по СМП <b>РусатомКарго</b>	Проект арктического контейнеровоза <b>БГ</b>	Работа транспортного и ледокольного флота на трассах СМП <b>БГ</b>	Планирование ледокольного обеспечения <b>БГ</b>	Расчет затрат на транспортировку <b>АО «ЦНИИМФ»</b>
Транспортная система «Восток-Ойл» <b>ПАО НК Роснефть</b>	Проект танкера и газовоза <b>БГ, КБ «Лазурит»</b>	Работа транспортного и ледокольного флота <b>БГ</b>	Роутинг судов во льдах <b>БГ</b>	Расчет затрат <b>АО «ЦНИИМФ»</b>
Реконструкция Мурманского балкерного терминала <b>ОАО «МБТ»</b>	Генеральный план конвейерных линий и хранилищ <b>ООО «МСТ»</b>	Работа ж/д и морского фронта, складов и конвейерных линий терминала <b>БГ</b>	Очередность обработки судов и ж/д составов и отправки партий по конвейерным линиям <b>БГ</b>	---
Освоение месторождений Обско-Тазовской губы <b>ПАО ГАЗПРОМ</b>	---	Мультимодальные перевозки грузов снабжения в регионе <b>БГ</b>	Планирование грузоперевозок <b>БГ</b>	Экономическая эффективность вариантов системы <b>АО «ЦНИИМФ»</b>

## Выводы

- Адекватное воспроизведение в имитационной модели механизмов оптимального оперативного управления важно не только для анализа уже существующей транспортной системы (то есть на стадии эксплуатации), но и на стадии проектирования. Решение, гарантирующее получение адекватных результатов - реализация элементов интеллектуального оперативного управления непосредственно внутри логики имитационной модели (AnyLogic+OptaPlanner; AnyLogistix, Amalgama Platform...).
- В настоящее время кажется нереалистичным создание универсального решения для бесшовной интеграции средств автоматического проектирования (даже на уровне концептуальных моделей, т.н. 1D-CAD/CAE систем) с функционалом имитационных моделей. Перспективным подходом здесь может быть создание под каждый проект мобильной мультидисциплинарной команды исследователей, потенциально способной обеспечить все необходимые компетенции равно как в предметной области проектирования, так и в области математического моделирования.



ГОД ЦИФРОВИЗАЦИИ  
В РЕСПУБЛИКЕ  
ТАТАРСТАН  
РЕСПУБЛИКАСЫНДА  
ЦИФРЛАШТЫРУ ЕЛЫ



**KAZAN  
DIGITAL  
WEEK 2022**  
21-24 СЕНТЯБРЯ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

*Спасибо за  
внимание*