

Научно-практическая конференция

*«Состояние и задачи мониторинга природных условий Обь-Енисейского устьевого региона на фоне изменяющегося климата и интенсивной хозяйственной деятельности»*

22-23 октября 2024 г., Санкт-Петербург



**ААНИИ**

Арктический и антарктический  
научно-исследовательский институт

---

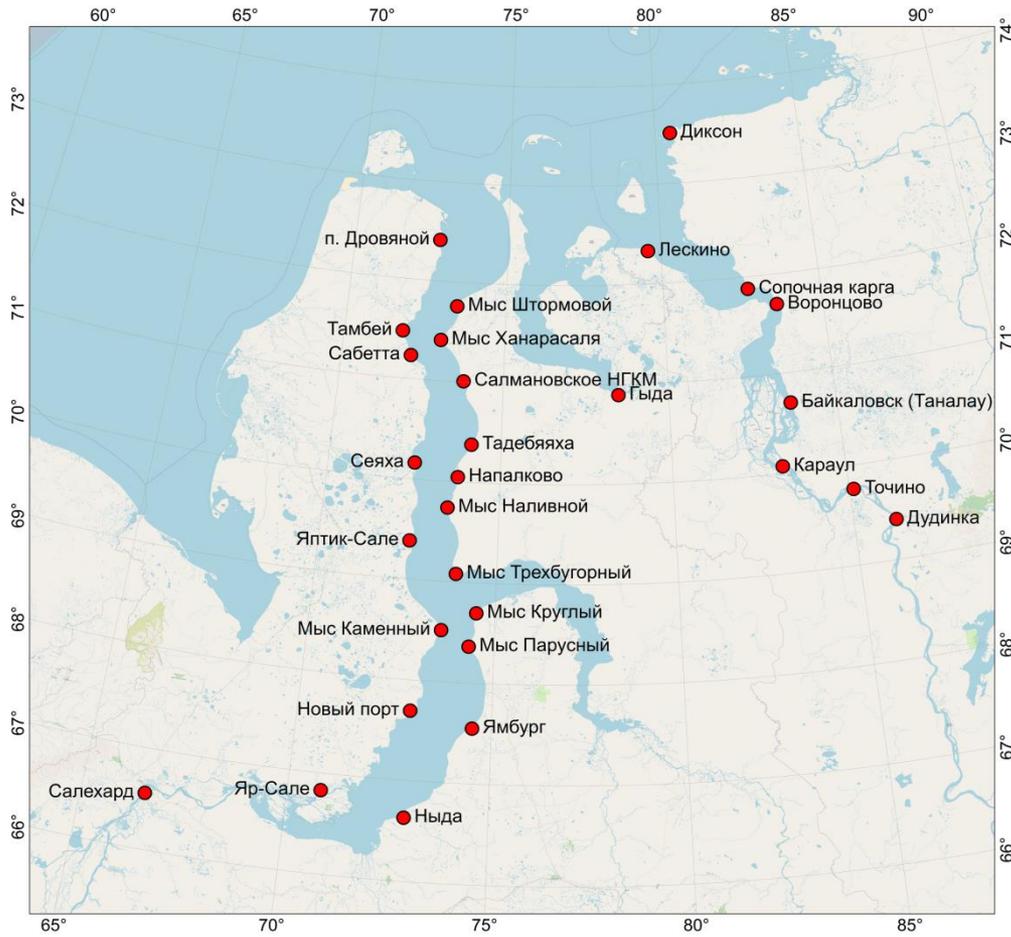
# **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНАХ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

---

*Алексей Кирович НАУМОВ, Елена Александровна СКУТИНА*

ФГБУ «ААНИИ», лаб. «Арктик-шельф» им. Г.К.Зубакина

# Обь-Енисейский район – акватория активной деятельности в суровых арктических условиях



- Ежегодное увеличение транспортного потока
- Увеличение нагрузки на уже имеющиеся магистрали и порты
- Необходимость создания (организации) новых мест для проведения тех или иных операций

Важным фактором, определяющим проведение любой операции, являются **гидрометеорологические условия** рассматриваемого **арктического региона.**

# Имитационное моделирование – воспроизведение поведения реальной системы во времени

➤ *Инструмент исследования (ПО AnyLogic):*

Имитационная модель – компьютерная программа, описывающая структуру и воспроизводящая поведение реальной системы во времени с различным уровнем детальности

➤ *Результат моделирования:*

Набор параметров (данных), характеризующих работу реальной системы, в определенных условиях.



***Изменяя входные данные модели, можно быстро исследовать множество сценариев, протестировать их, изучить в динамике и сопоставить друг с другом.***

# Имитационное моделирование – инструмент для оценки влияния гидрометеорологических факторов на деятельность в арктическом регионе

## ➤ Объекты (системы)

Рейд  
Причальные сооружения  
Судовые ходы  
Разворотные круги  
Погрузочные терминалы  
Подъездные пути  
Резервуарный парк и т.д.  
Используемые суда

## ➤ Свойства объектов

Вместимость причалов  
Скорость обслуживания  
Емкость резервуарного парка  
Время безаварийной работы  
Класс используемых судов  
Ограничения в работе по ГМ условиям

## ➤ Ледовые и гидрометеорологические факторы

Ледовая обстановка  
Скорость и направление ветра  
Температура воздуха  
Дальность видимости  
Осадки  
Течения  
Волнение

## ➤ Показатели работы системы

Грузооборот  
Количество судозаходов  
Занятость причальных сооружений  
Заполненный объем резервуарного танка

... ..

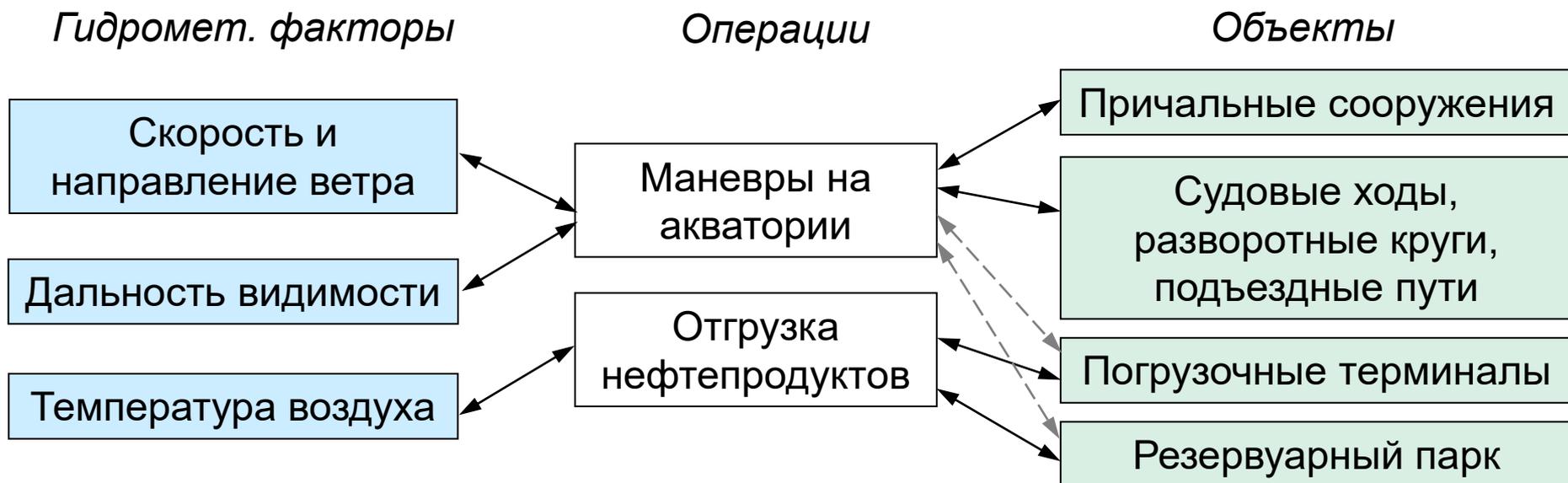
# Имитационное моделирование – инструмент для оценки влияния гидрометеорологических факторов на деятельность в арктическом регионе

## ➤ Основная идея:

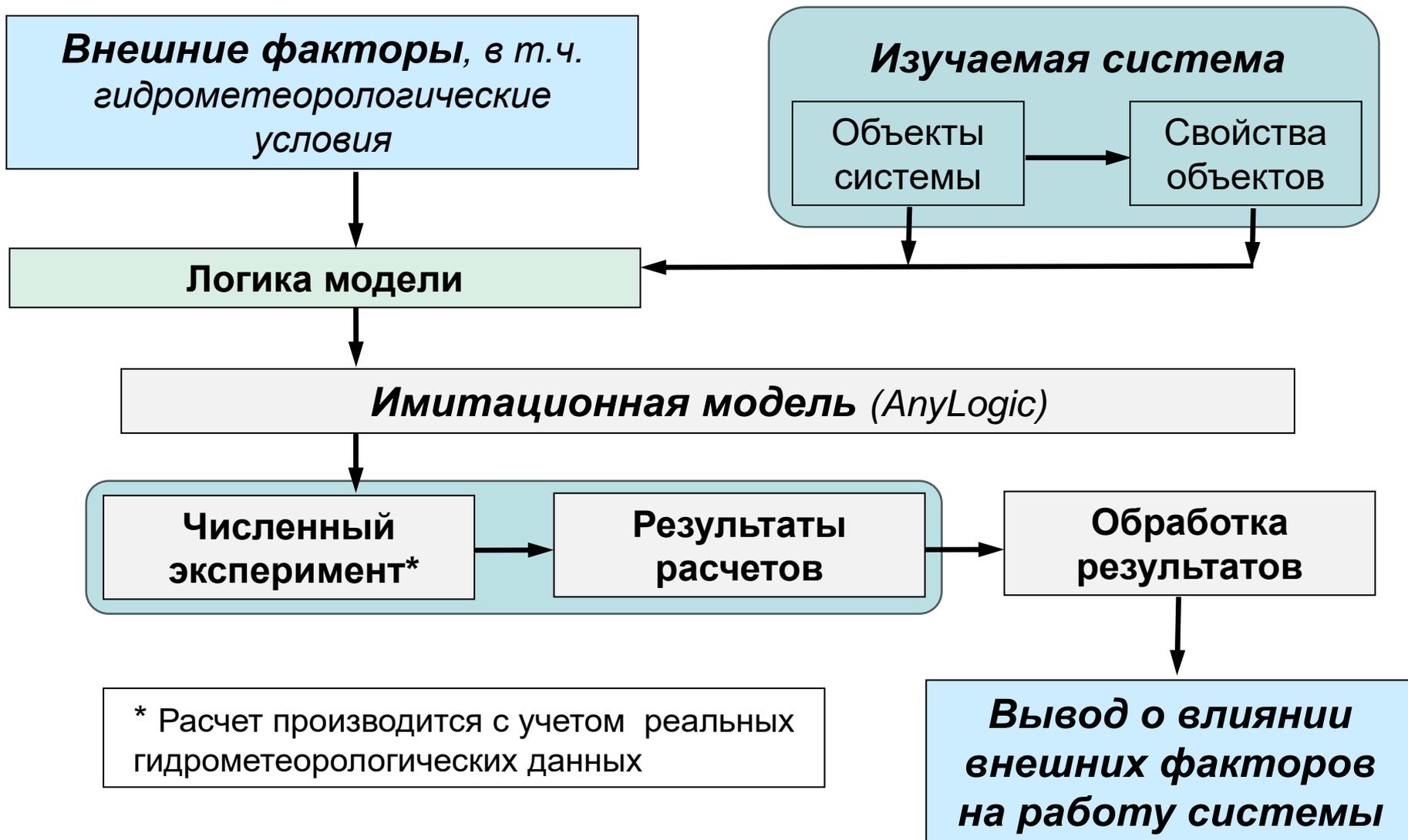
Для каждого объекта системы устанавливаются *критические значения гидрометеорологических параметров*, при которых функционирование конкретного объекта прекращается.

Объекты системы для которых критические значения не превышены продолжают функционировать.

Функционирование системы в целом зависит от того какой именно объект и когда прекратил работу.



# Имитационное моделирование – инструмент для оценки влияния гидрометеорологических факторов на деятельность в арктическом регионе

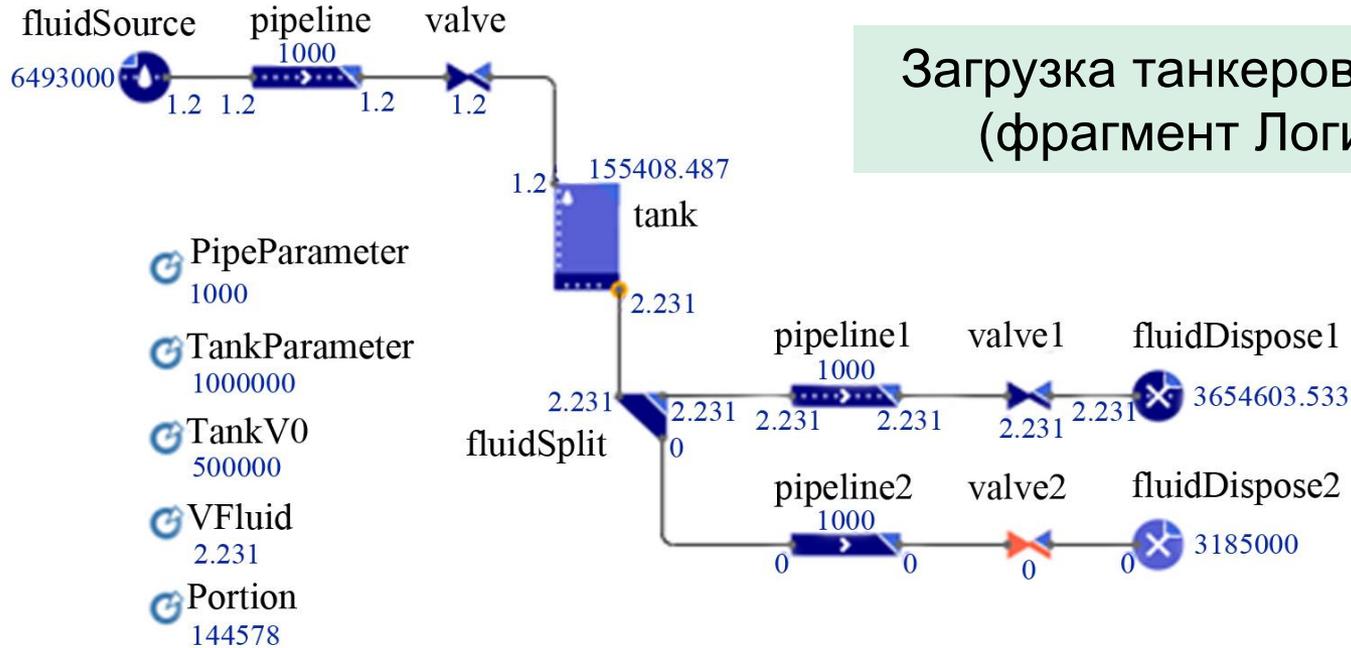


# Преимущества имитационного моделирования

---

1. Имитационные модели позволяют анализировать системы и находить решения в тех случаях, когда такие методы, как аналитические вычисления и линейное программирование не справляются с задачей.
2. Структура имитационной модели естественным образом отображает структуру моделируемой системы.
3. Имитационная модель позволяет отслеживать все объекты системы, учтенные в выбранном уровне абстракции (детализации), фиксировать различные параметры работы как целой системы, так и отдельных объектов, входящих в ее состав, проводить статистический анализ полученных данных.
4. Имитационное моделирование наглядно демонстрирует работу системы во времени в реальных условиях, создаваемая при моделировании анимация - преимущество при демонстрации модели, которая может оказаться полезной для верификации модели и нахождения ошибок.

# Оценка влияния гидрометеорологических факторов при расчете объема резервуарного танка с помощью имитационного моделирования



Загрузка танкеров. Два причала.  
(фрагмент Логики модели)

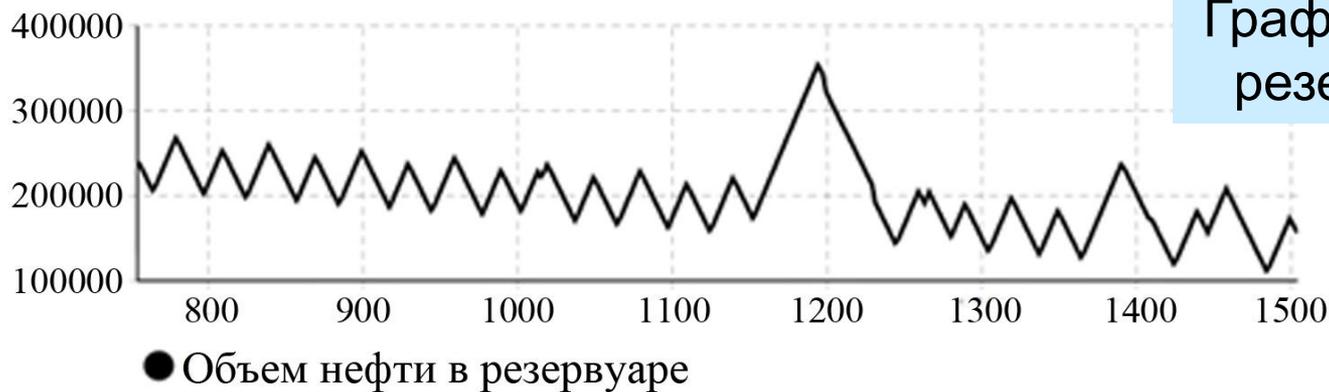
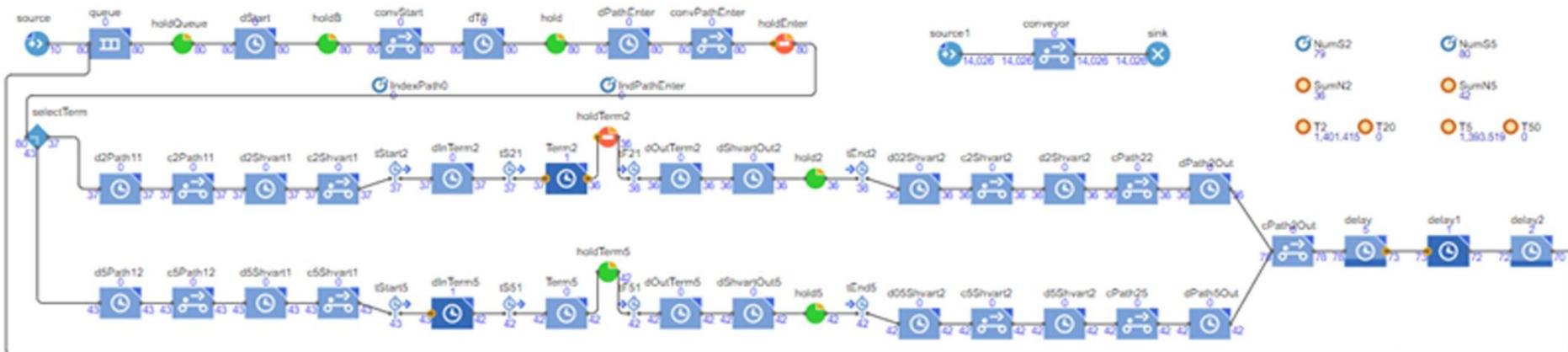


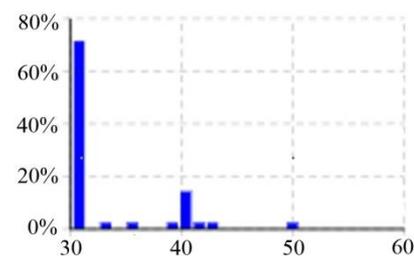
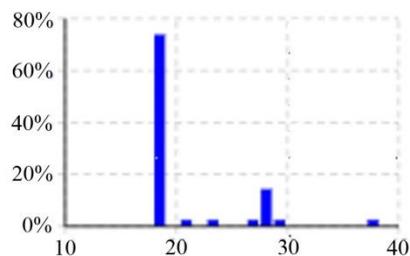
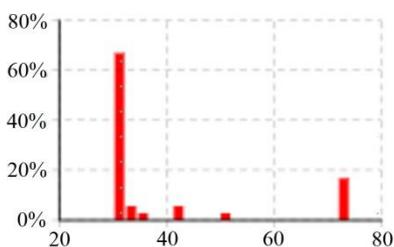
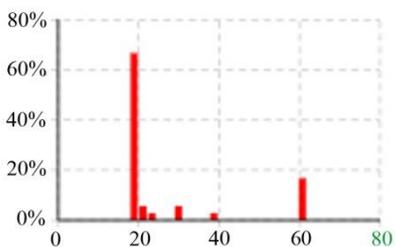
График наполненности резервуарного танка

# Оценка влияния гидрометеорологических факторов на обслуживание судов у причала с помощью имитационного моделирования

Загрузка танкеров. Два причала. Фрагмент Логики модели



## Распределение времени загрузки и пребывания танкеров у причалов



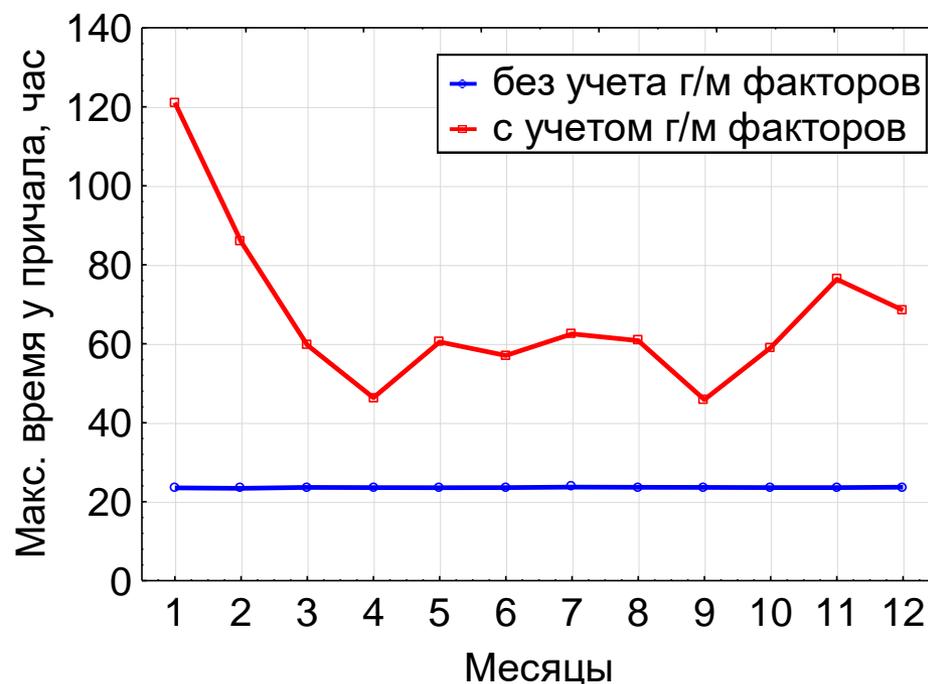
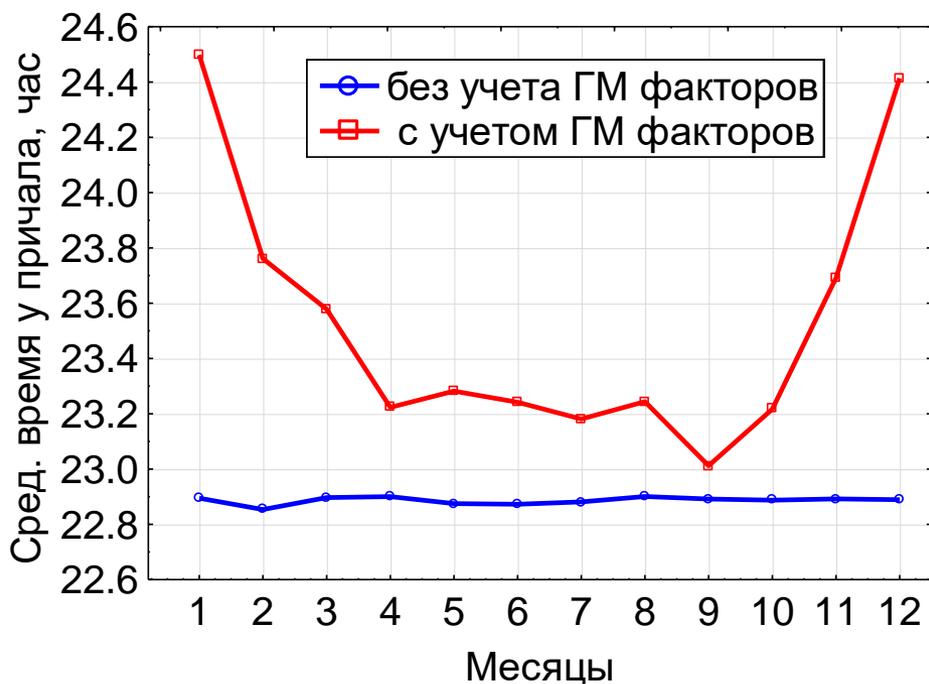
● Время загрузки на Терм. 1 26.68 ● Время пребывания на Терм. 1 38.93

● Время загрузки на Терм. 2 20.64 ● Время пребывания на Терм. 2 33.18

# Оценка влияния гидрометеорологических факторов на обслуживание судов у причала с помощью имитационного моделирования

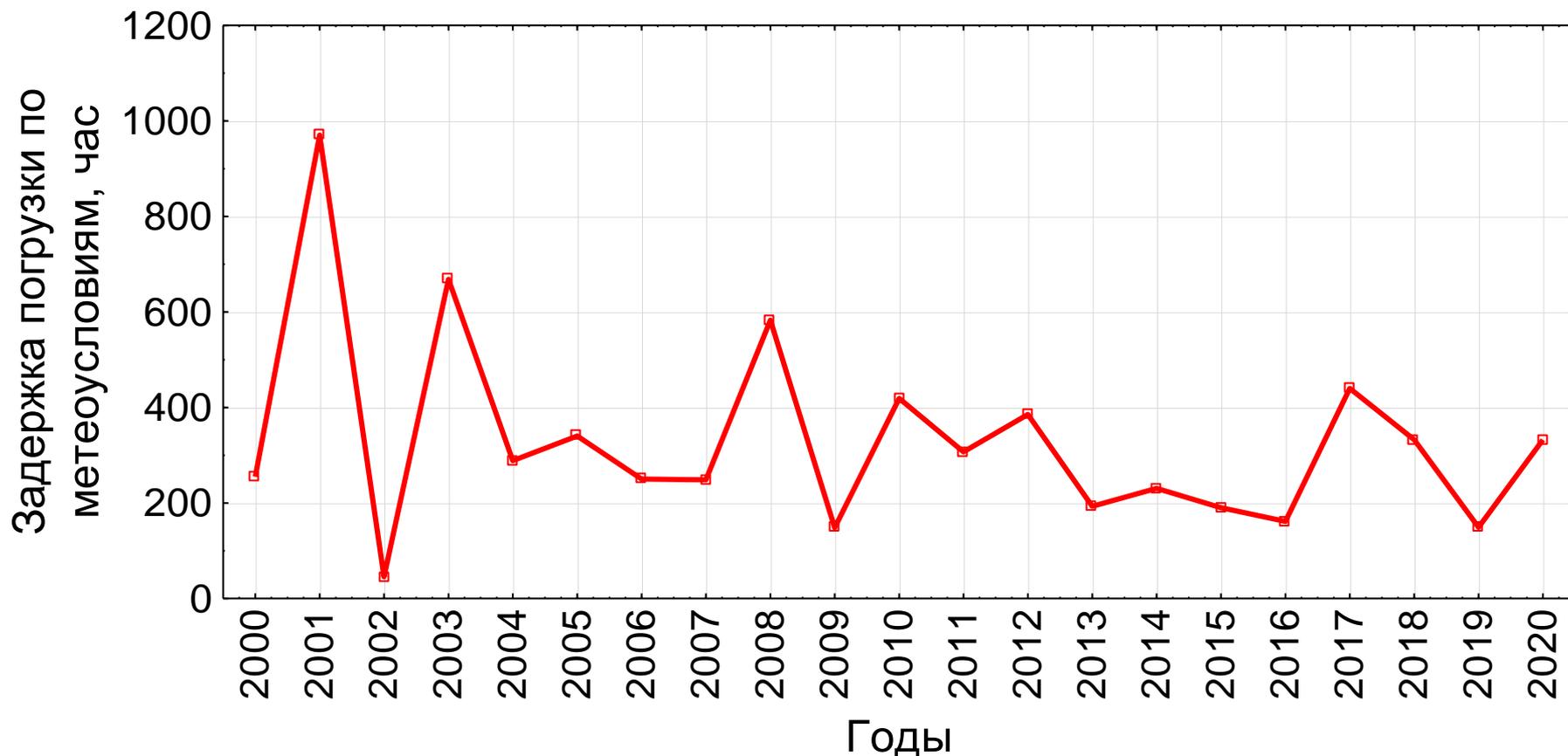
а

б



Среднее (а) и максимальное (б) время обслуживания судна у причала

# Оценка влияния гидрометеорологических факторов на обслуживание судов у причала с помощью имитационного моделирования



Суммарная задержка судов у причалов из-за неблагоприятных гидрометеорологических условий

**Спасибо за  
внимание!**

Professional 8.7.9



Загрузка AnyLogic 8 Professional

Professional Edition

(с) 2021 The AnyLogic Company. Все права защищены.