

Моделирование автоматизированных  
систем управления магистральными  
нефтепроводами на примере  
Трубопроводной системы «Восточная  
Сибирь – Тихий океан» (ТС ВСТО)

Докладчик:

А.О. Есаулов

Отдел математического моделирования

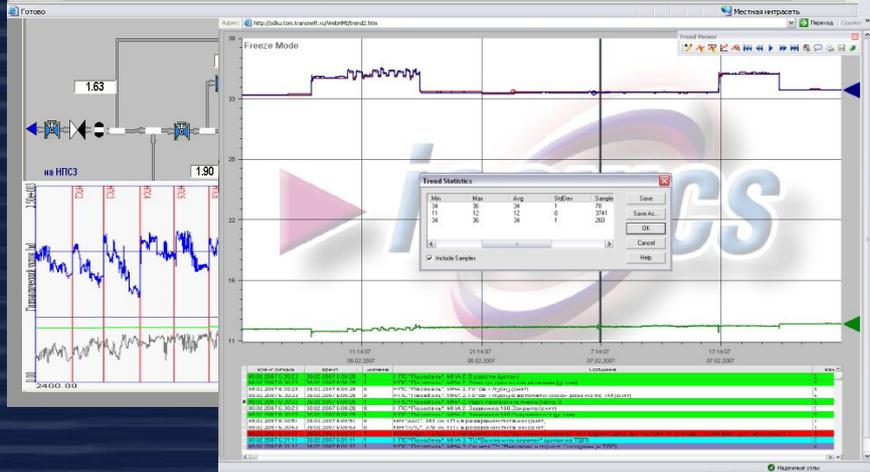
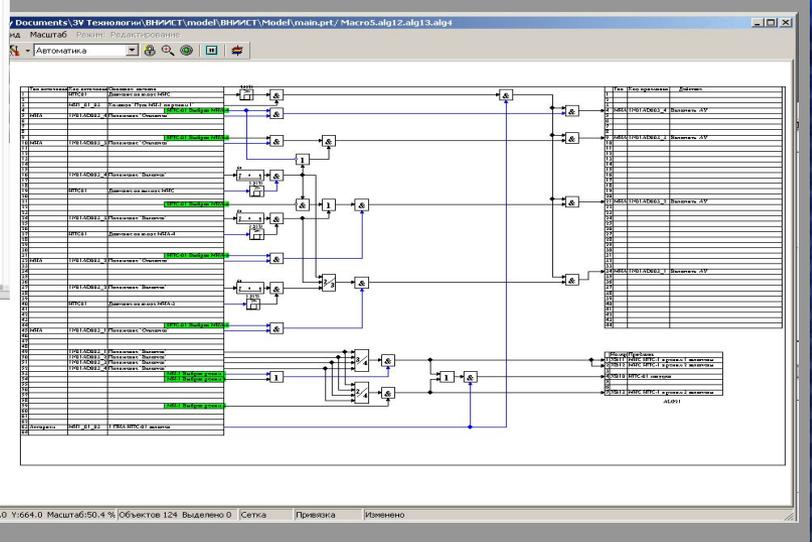
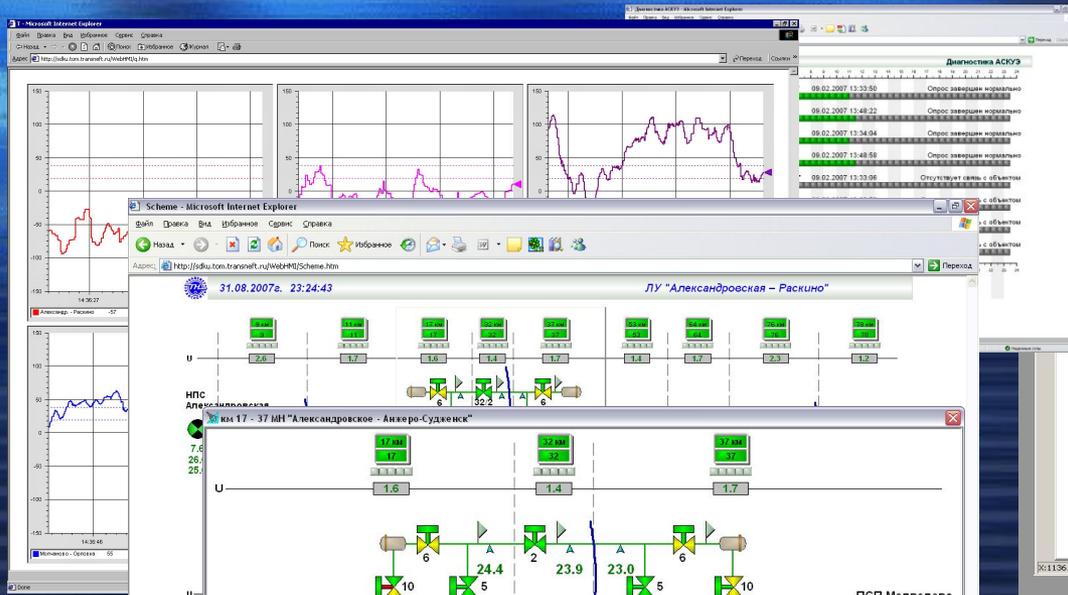
ОАО «Гипротрубопровод»



**Mathematical model** –  
an equation  
representing an **Idea**



**Математическая модель** –  
уравнение,  
выражающее **Идею**



# Единая система управления (ЕСУ)

## Миссия

Обеспечить безопасную эксплуатацию сложного магистрального нефтепровода с предотвращением развития аварийных ситуаций

## Цель

Разработать алгоритмы управления для единой автоматизированной системы управления магистральным нефтепроводом

## Задача

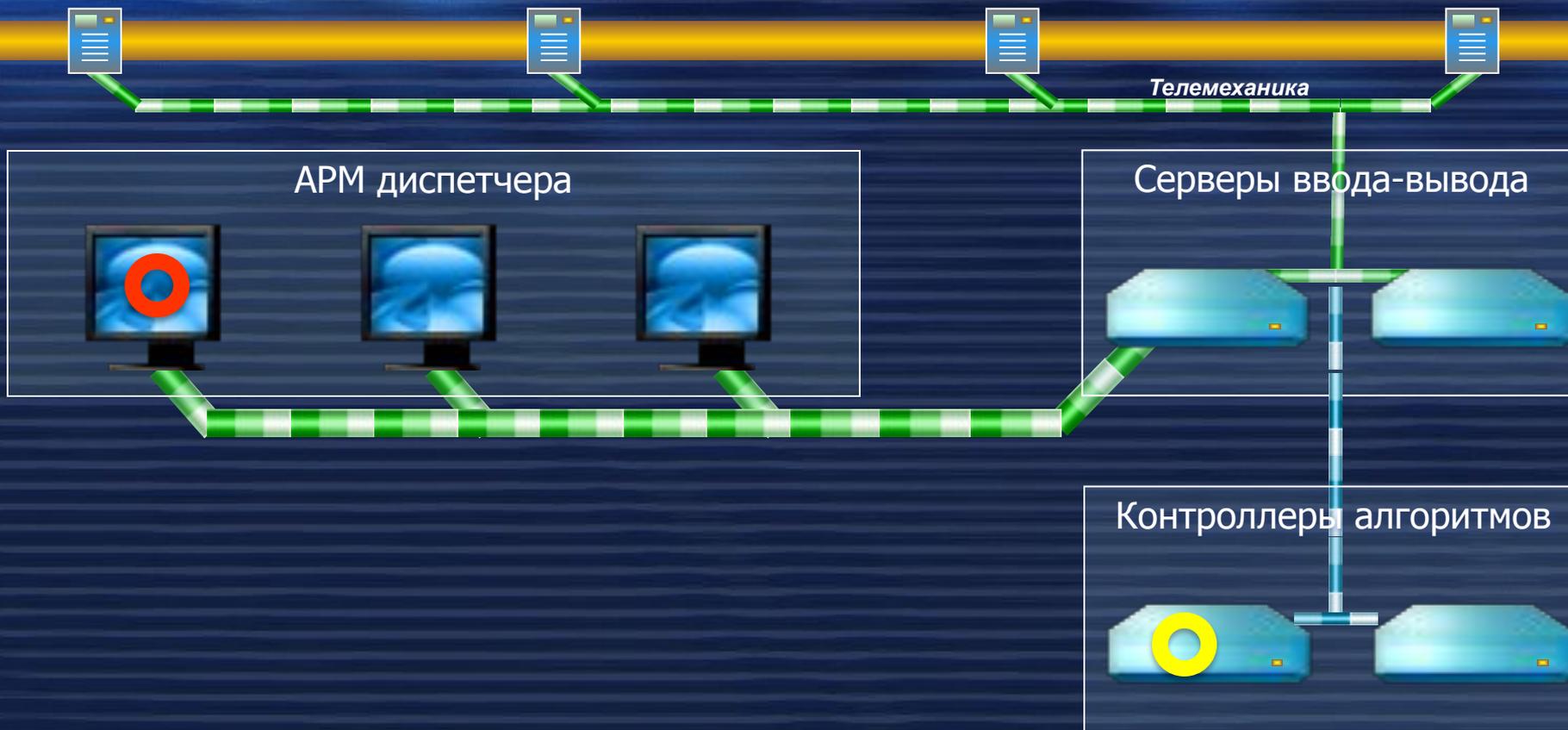
Построить математическую гидравлическую модель нефтепровода и модель системы управления нефтепроводом

# ЕСУ ТС ВСТО

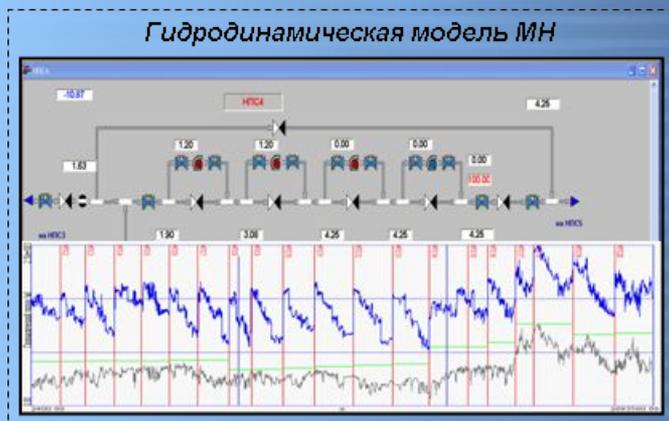
Современные материалы и технологии трубопроводов, применяемые в сложных климатических, сейсмических и геологических условиях, рассчитаны на высокие давления, а также ущерб от аварии



# Схема функционирования ЕСУ

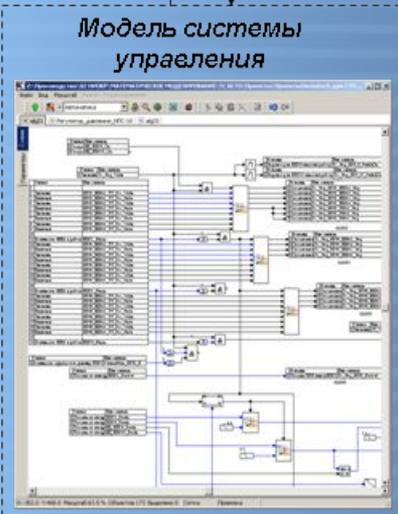


# Структура комплексной математической модели нефтепровода



Команды управления

Параметры технологического процесса



Параметры технологического процесса

Информация по шагам выполнения алгоритмов управления



# Процесс создания комплексной математической модели нефтепровода

1. Построение гидродинамической модели

2. Организация взаимодействия с гидродинамической моделью

3. Построение системы визуализации

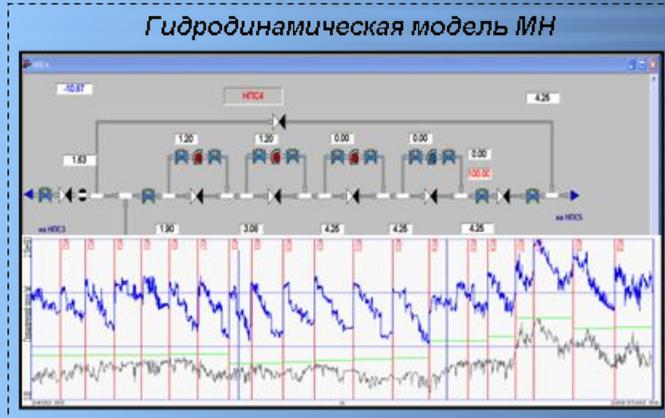
4. Верификация гидродинамической модели

5. Построение математической модели систем управления МН

6. Формулирование основных принципов управления МН

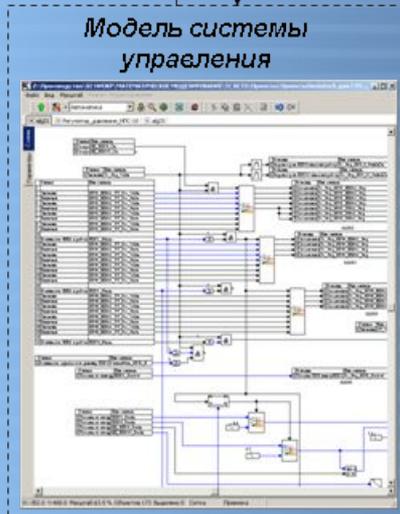
7. Разработка технологических алгоритмов управления ЕСУ, предусматривающих управление МН в штатных и аварийных ситуациях

# Структура комплексной математической модели нефтепровода



Команды управления

Параметры технологического процесса



Параметры технологического процесса



Информация по шагам выполнения алгоритмов управления

# Математическая модель систем управления МН

Математическая модель систем управления МН включает в себя модель работы локальных систем автоматики и модель автоматизированной системы управления МН в целом

Модели локальных систем автоматики и отдельного оборудования:

- алгоритмы запуска, штатной и аварийной остановки подпорных и магистральных насосных агрегатов;
- алгоритмы частотного регулирования магистральных насосных агрегатов, алгоритмы регулирования положением заслонок узлов регулирования давления (ПИД-регуляторы);
- алгоритмы изменения схем работы узлов регуляторов давления;
- алгоритмы, реализующие защиты НПС по максимальному и минимальному давлению, другие общестанционные защиты;
- алгоритмы, имитирующие неисправность технологического оборудования.

# Разработка технологических алгоритмов управления

Разработка принципов управления МН в штатных и аварийных ситуациях

Разработка основных и вспомогательных алгоритмов управления в штатных ситуациях

Структурированное описание шагов алгоритмов, включая формирование флагов готовности к началу и продолжению работы алгоритмов

Моделирование аварийных и предаварийных ситуаций на нефтепроводе, разработка алгоритмов защит нефтепровода

Алгоритмы ЕСУ построены по  
**параметрическим принципам**

что определяет

**универсальность**

алгоритмов

**в различных условиях**

а также

**при изменении свойств нефти**

и

**при внесении корректировок в карту**

**технологических режимов**

# Критерии разработки технологических алгоритмов управления трубопроводами

- Непревышение несущей способности секций труб и разрешенного рабочего давления при нестационарных процессах
- Отсутствие работы насосных агрегатов в неноминальной зоне своих характеристик
- Отсутствие работы регуляторов давления в неноминальной зоне своих характеристик
- Отсутствие образования самотечных участков при нестационарных процессах
- Отсутствие или минимизация приема нефти в резервуары аварийного сброса
- Недопущение срабатывания общестанционных и общеучастковых защит

# Математическая модель систем управления МН

Математическая модель систем управления МН включает в себя модель работы локальных систем автоматики и модель автоматизированной системы управления МН в целом

Основные алгоритмы управления:

- Алгоритмы пуска
- Алгоритмы переходов между режимами
- Алгоритмы раскочки резервуаров аварийного сброса
- Алгоритмы штатной остановки
- Алгоритмы управления трубопроводом в аварийных и предаварийных ситуациях



# Выводы

Использование математического моделирования позволяет:

- оптимизировать работу трубопровода в различных режимах работы
- проверить основные проектные решения
- произвести выбор необходимого оборудования
- проверить алгоритмы управления во всех технологических режимах,  
а также в случаях возникновения аварийных или предаварийных ситуаций

**Диспетчерская служба**



**Диспетчерская служба**



Моделирование автоматизированных  
систем управления магистральными  
нефтепроводами на примере  
Трубопроводной системы «Восточная  
Сибирь – Тихий океан» (ТС ВСТО)

Спасибо за внимание!

Докладчик:

А.О. Есаулов

Отдел математического моделирования

ОАО «Гипротрубопровод»