

Заседание Федерального УМО по УГСН 22.00.00
Технологии материалов



МИСиС
11.11.2020

**Использование динамических моделей
технологических объектов в учебном процессе**
Дозорцев В.М., директор по стратегии и развитию бизнеса

Honeywell
THE POWER OF CONNECTED

Кратко о корпорации Honeywell



Honeywell в Индексе Dow Jones (30 крупнейших американских компаний)

Honeywell в России и странах ближнего зарубежья

- Представительство в СССР с 1974 г.
- АО Хоневелл – российское подразделение
 - 1000+ сотрудников
 - \$700M+ оборот
- Региональные офисы в Москве, С. Петербурге, Краснодаре, Казани, Екатеринбурге, Самаре, Тюмени, Уфе, Иркутске, Хабаровске, Казахстане, Белоруссии, Таджикистане, Киргизстане
- Производственные мощности в Москве, Арзамасе, Липецке
- Проекты:
 - 500+ крупномасштабных проектов в различных отраслях
 - 200+ полномасштабных компьютерных тренажерных систем для обучения персонала
 - 40+ систем усовершенствованного управления технологическими установками

Основные корпоративные клиенты Honeywell в горнодобывающей промышленности и металлургии

АЛЮМИНИЙ

• РУСАЛ (усовершенствованное управление ТП)

- ALBA, Бахрейн
- Alcoa
- AOS
- Alunorte
- Bauxilum
- BHP Billiton
- Chalco
- Hindalco
- Rio Tinto
- Vedanta

ЦЕМЕНТ

- Italcementi
- CEMEX
- HOLCIM
- Lafarge

ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ И СТАЛЬ

• НЛМК, Стойленский ГОК (усовершенствованное управление ТП)

- ArcelorMittal
- Anshan I&S
- Baoshan I&S
- BHP Billiton
- Cleveland Cliffs
- China Steel
- HADEED, Saudi
- Hylsa
- Nucor
- Orinoco Iron
- Outokumpu
- QASCO, Катар
- Rautaruukki
- Shadeed
- SSAB
- Tata Corus
- US Steel
- Wuhan I&S

УГОЛЬ

- BHP Billiton
- Datong
- Rio Tinto
- Shenhua
- Xstrata
- Yanzhou

ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

- Норникель (баланс металлов)
- АКРОН, Олений ручей (система управления ТП)
- Anglo American
- BHP Billiton
- Chambishi Metals
- Codelco (диспетчерский центр, математическое модели оборудования)
- Erdernet
- Freeport McMoRan
- Xstrata
- Hindustan Zinc
- Jinlong Copper
- Rio Tinto
- Zinifex

Сотрудничество Honeywell с университетами

- **Компьютерные тренажеры технологических процессов и аппаратов**
 - библиотеки моделей установок и оборудования
 - автоматизированные системы формирования навыков управления
- **Системы высокоточного моделирования непрерывных ТП (ПО USD)**
 - библиотеки технологических модулей
 - пакеты термодинамических свойств сырья, материалов, компонентов
 - библиотеки элементов системы управления ТП
- **Усовершенствованное управление ТП на основе прогнозирующих моделей (ПО Profit Suite)**
- **Системы оптимизационного планирования производства (ПО RPMS)**

Лицензии на ПО - бесплатные или по академическим ценам

- ПО USD: 50+ университетов в России и странах СНГ
- Наиболее развиты:
 - Губкинский университет нефти и газа
 - Московский физико-технический институт
 - Менделеевский химико-технологический университет
 - Университеты в СПб, Казани, Уфе, Перми и др.

USD - Система высокоточного моделирования ТП

➤ Как может быть использовано в учебном процессе?

- демонстрационное средство при изучении курса процессов и аппаратов
- учебные стенды и комплексы («виртуальный завод»)
- курсовые, дипломные, диссертационные работы
- вузовская наука

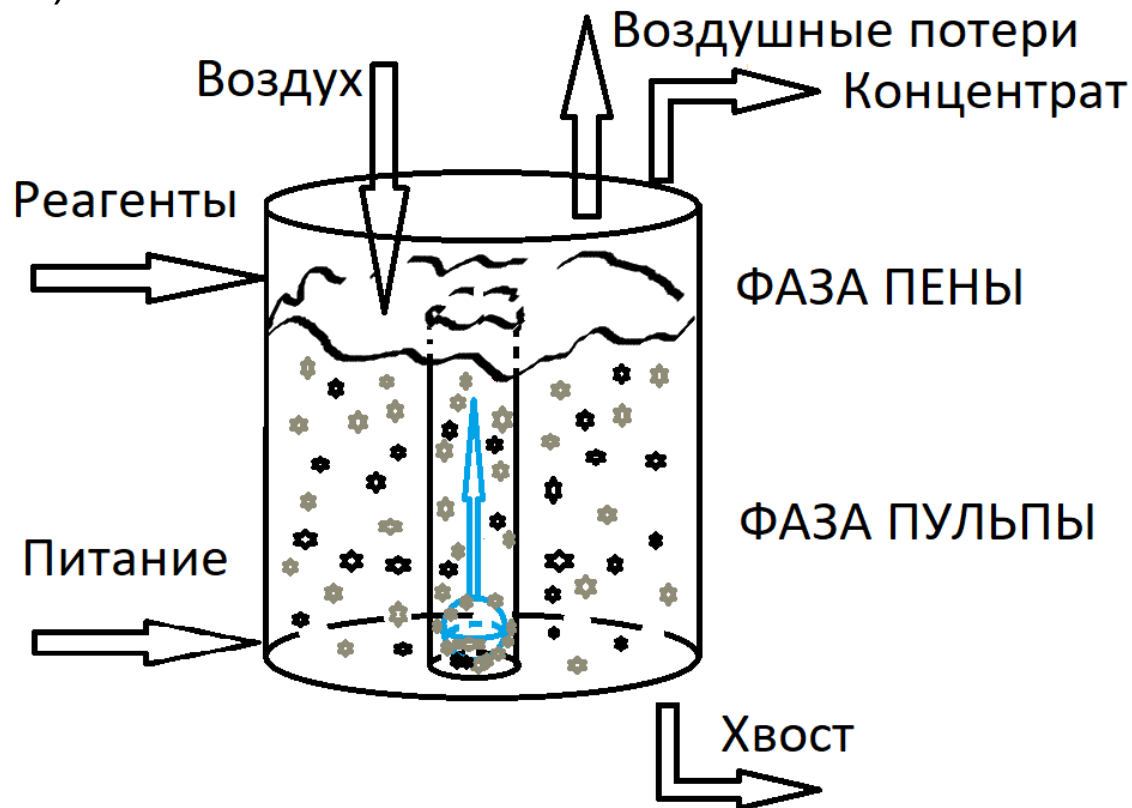
➤ Что для этого есть?

- библиотеки технологических моделей
- термодинамические пакеты
- высокоэффективные решатели
- библиотеки элементов системы управления ТП
- удобная связь со SCADA-системами
- удобный интерфейс обучаемого и инженерный интерфейс
- Развитые средства редактирования моделей

Пример высокоточной динамической модели Процесс флотации

Особенности модели флотации

Двухфазная (пульпа и пена) модель флотации основана на расчете кинетики перехода частиц из пульповой фазы на пузырек для каждого класса руды на основе гидрофобных/гидрофильных свойств класса (поверхностная энергия, краевой угол смачивания), физико-химических условий в камере (плотность и вязкость пульпы, концентрация реагентов), режима работы импеллера (размер пузырьков).



Интерфейс модели флотации в ПО UniSim Design (конструктор)

Присоединенные потоки
входа

Присоединенные потоки
выхода

Cell dimensions	
Base area [m2]	22,00
Cell height [m]	5,326
Feed nozzle hgt. [m]	0,3000
Impeller nozzle hgt. [m]	0,3700

Геометрия камеры

Интерфейс модели флотации в ПО UniSim Design (параметры)

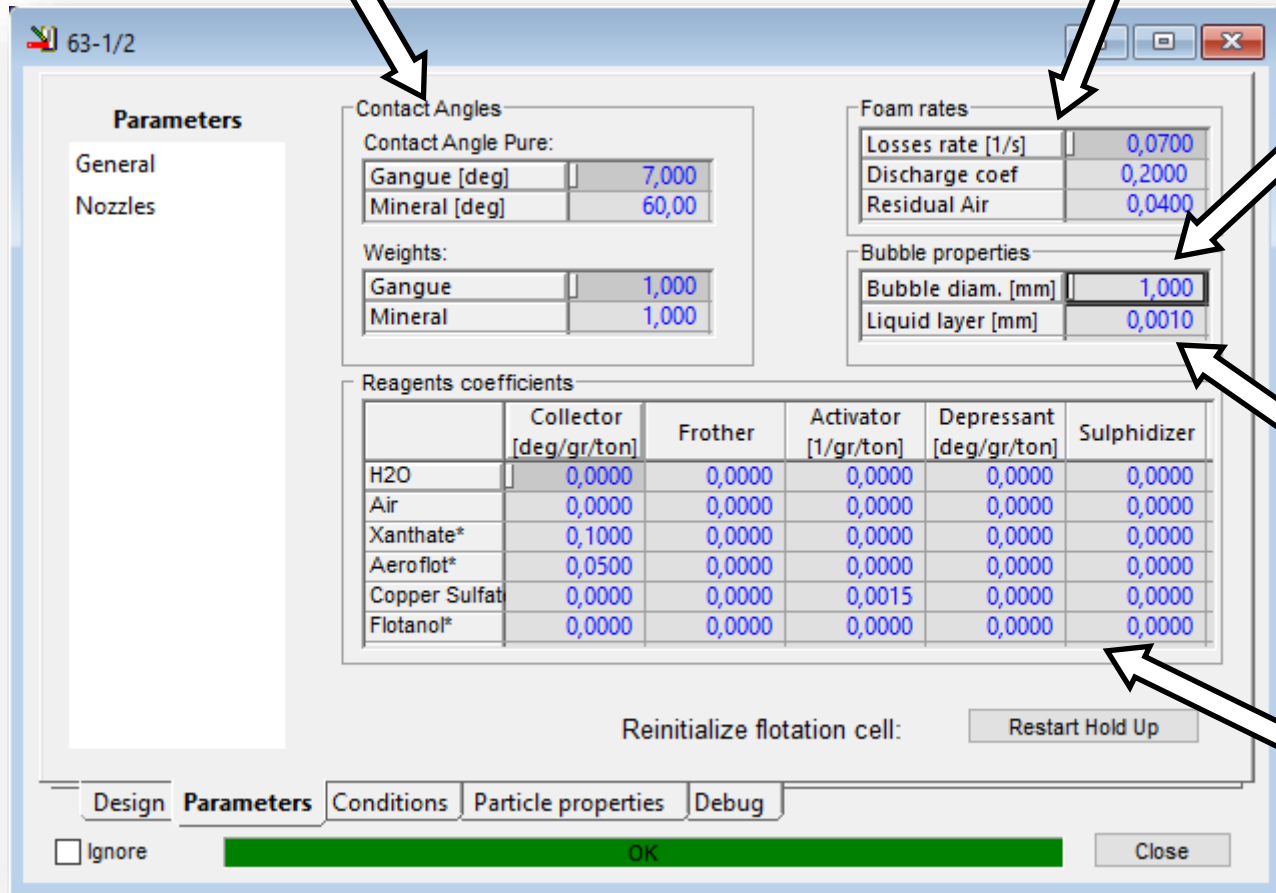
Краевые углы смачивания породы и ценного минерала

Контроль интенсивности воздушных потерь и перелива пены

Регулировка размера отрывающегося с импеллера пузырька

Регулировка уносимой пузырьком массы воды в пену

Тонкая настройка активности реагентов



Интерфейс модели флотации в ПО UniSim Design (текущие условия)

Информация о текущем состоянии камеры

Информация о скорости движения пузырька

The screenshot displays the 'Conditions' window in UniSim Design, which is divided into several sections:

- Cell Info:** A table listing cell parameters.

Pulp height [m]	4,722
Foam height [m]	0,7022
Pulp volume [m3]	103,9
Foam volume [m3]	15,45
Cell volume [m3]	117,2
- Bubbles Info:** A table showing bubble characteristics.

Raise velocity [m/s]	0,3761
----------------------	--------
- Modified contact angles:** A table with four columns of contact angle values.

7,000 deg	13,32 deg	48,24 deg	91,79 deg
-----------	-----------	-----------	-----------
- Concentrations:** A table listing the concentrations of various reagents.

	Concentration [gr/ton]
H2O	6,942e+005
Air	37,28
Xanthate*	212,7
Aeroflot*	139,4
Copper Sulfate*	329,6
Flotanol*	9,320
- Foam Info:** A section for foam-related parameters, currently empty.

At the bottom of the window, there are tabs for 'Design', 'Parameters', 'Conditions', 'Particle properties', and 'Debug'. Below the tabs are buttons for 'Ignore', 'OK', and 'Close'.

Информация о модифицированных краевых углах смачивания частиц всех классов содержания минерала

Текущие концентрации реагентов

Интерфейс модели флотации в ПО UniSim Design (свойства частиц)

PSD потоков питания,
хвоста и концентрата

PSCD потоков питания,
хвоста и концентрата

The screenshot displays the 'Particle properties' dialog box in UniSim Design. It is divided into two main sections: PSD (Particle Size Distribution) and PSCD (Particle Size Class Distribution).

PSD Section: A table with columns 'Classes', 'Feed', 'Concentrate', and 'Tail'. The data is as follows:

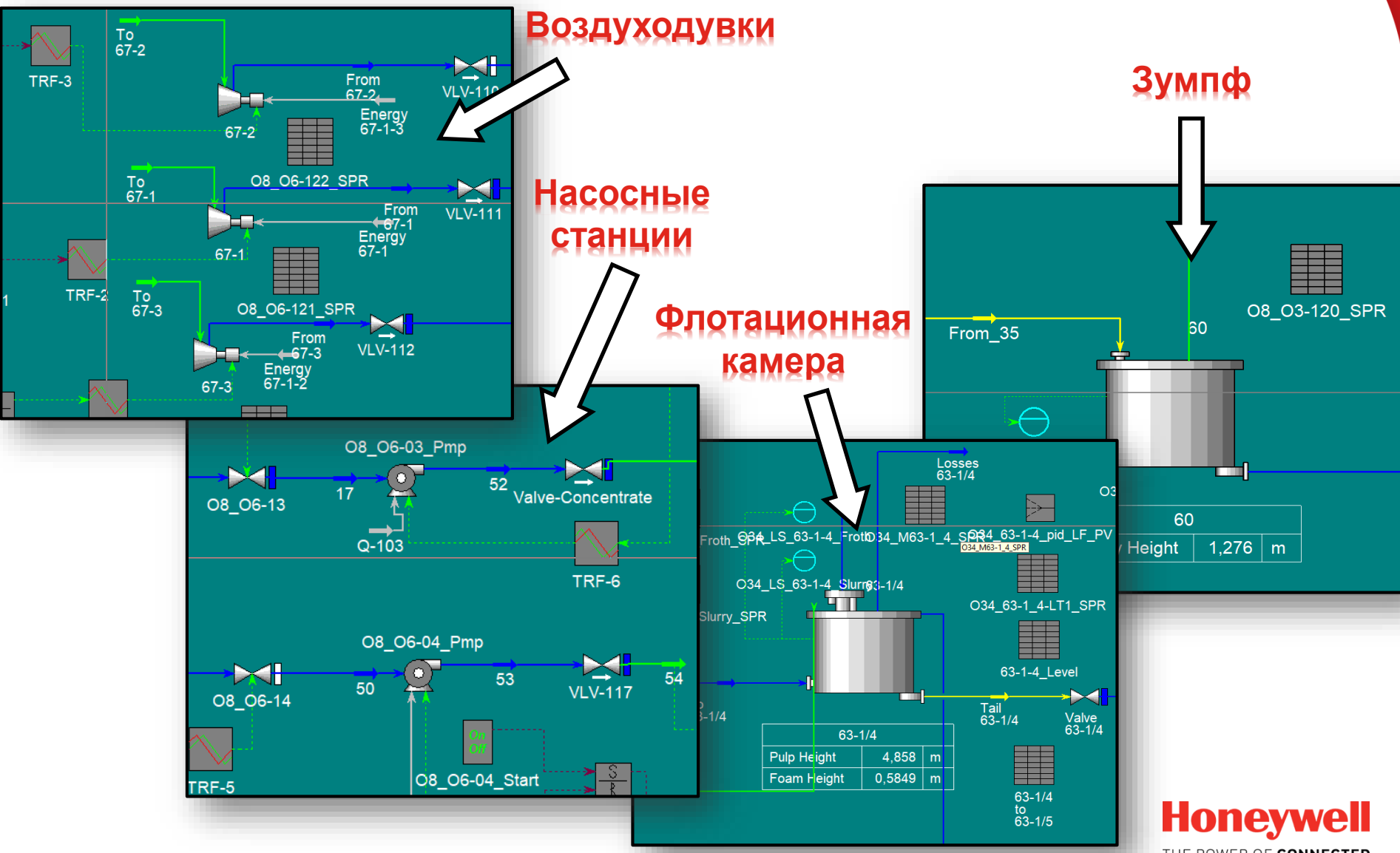
Classes	Feed	Concentrate	Tail
0,0200 mm	0,2220	1,0000	0,2010
0,0450 mm	0,2890	0,0000	0,2968
0,0710 mm	0,1573	0,0000	0,1616
0,1400 mm	0,1659	0,0000	0,1703
0,2500 mm	0,1659	0,0000	0,1703

PSCD Section: A table with columns 'Feed', 'Concentrate', and 'Tail'. The 'Feed' radio button is selected. The data is as follows:

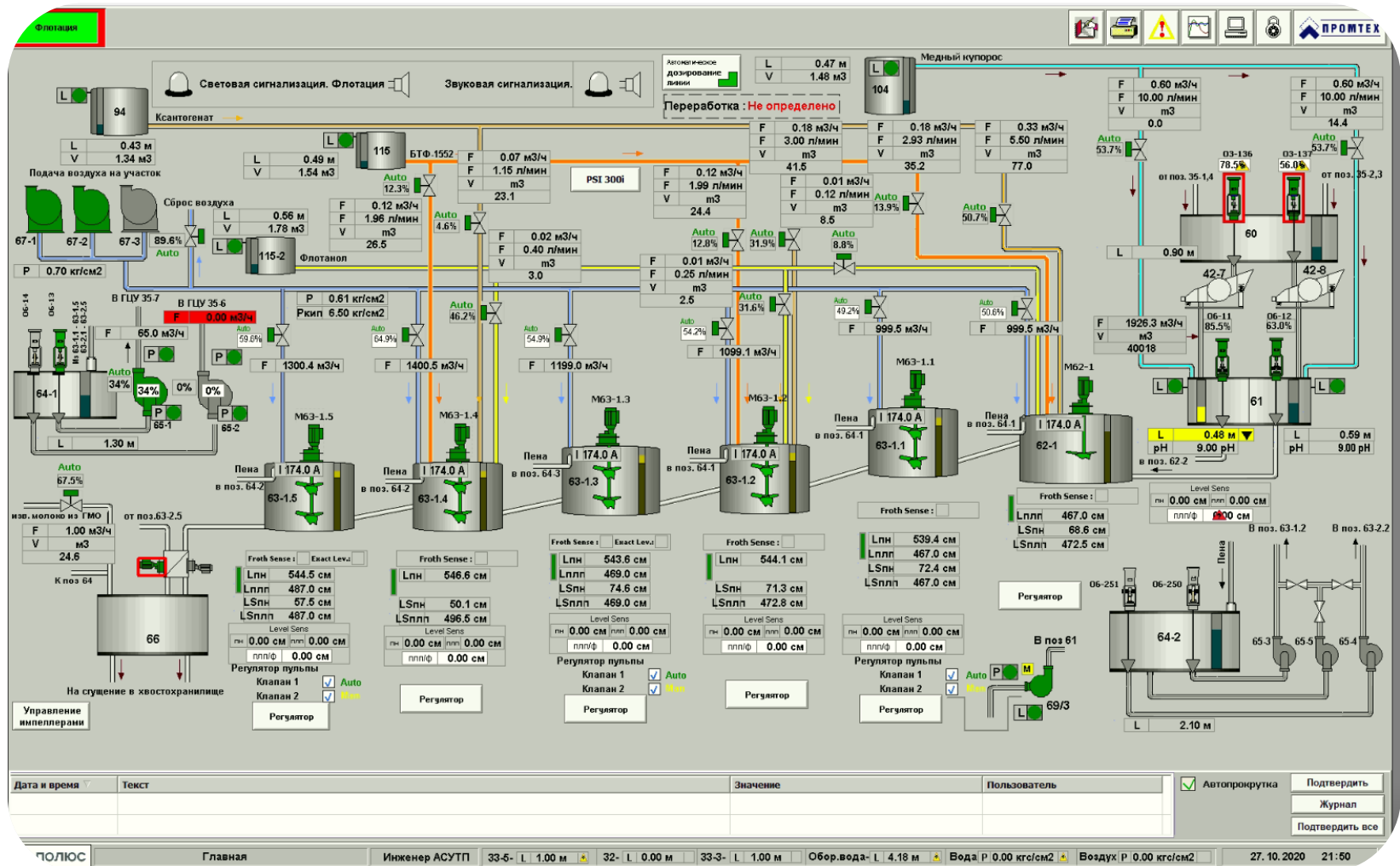
Feed	Concentrate	Tail
1,0000	0,0000	0,0000
1,0000	0,0000	0,0000
1,0000	0,0000	0,0000
1,0000	0,0000	0,0000
1,0000	0,0000	0,0000

The dialog box includes tabs for 'Design', 'Parameters', 'Conditions', 'Particle properties', and 'Debug'. At the bottom, there are 'Ignore', 'OK', and 'Close' buttons.

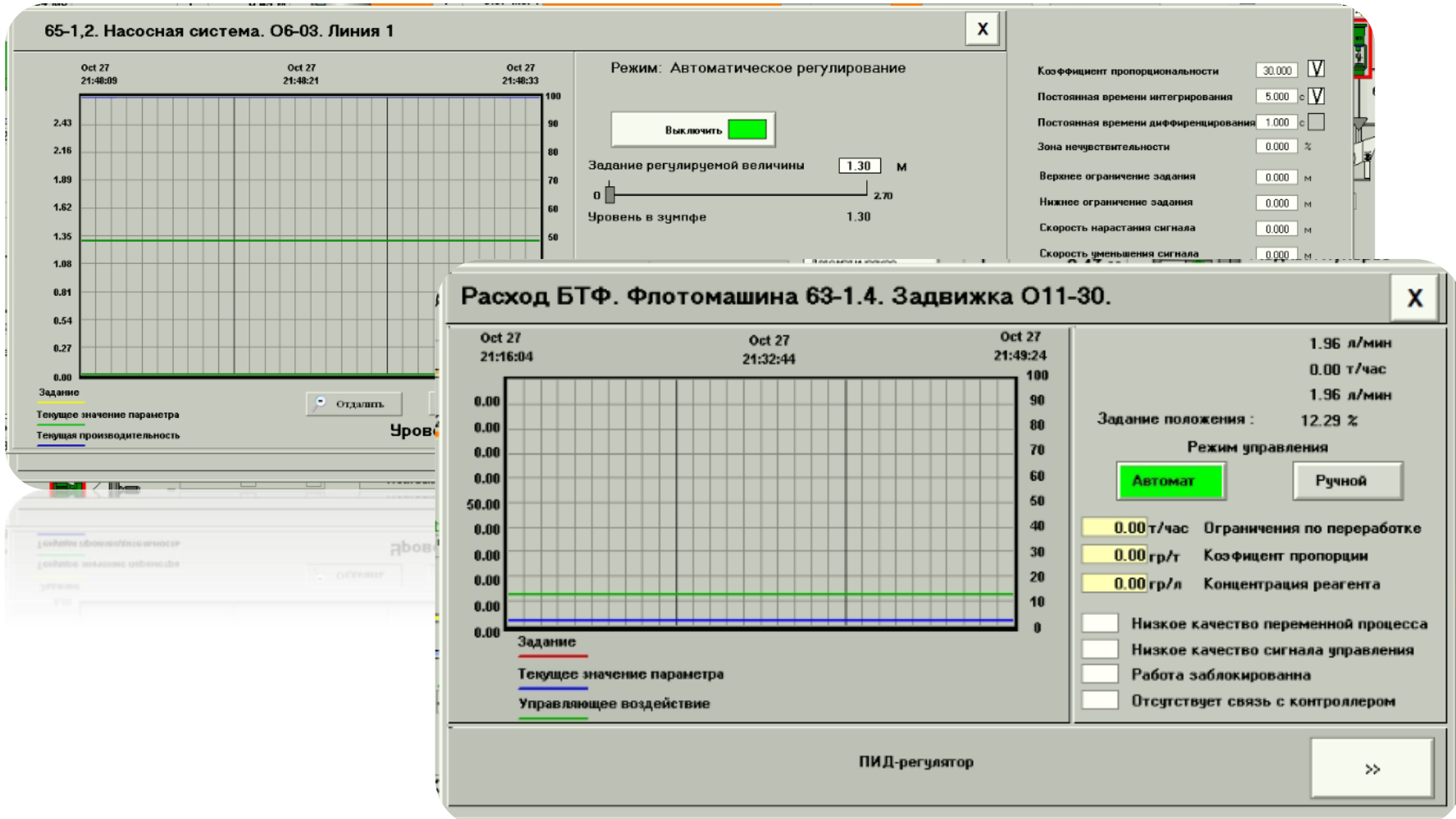
Этап 1. Разработка модели в ПО UniSim Design



Этап 2. Подготовка мнемосхемы SCADA (главный экран)



Этап 2. Подготовка мнемосхемы SCADA (дополнительные экраны)



Этап 2. Подготовка мнемосхемы SCADA (инструкторский экран)

The screenshot displays a SCADA interface for a process. At the top, a process flow diagram shows two large tanks labeled '174.0 A' and '62-1', and a smaller tank labeled '61'. The tanks are connected by pipes, and various sensors and actuators are indicated. The diagram includes labels for 'Пена в поз. 64-1' (Foam at position 64-1) and 'в поз. 62-2' (at position 62-2). The tanks have levels of 0.48 m and 0.59 m, and a pH of 9.00.

Below the diagram, there is a window titled 'Polus_Project' with the following data:

Froth Sense :	
Lпн	539.4 с
Lплп	467.0 с
LSпн	72.4 с
LSплп	467.0 с

Level Sens:

пн	0.00 см	плп	0.00 см
плп/ф	0.00 см		

Регулятор пульпы:

- Клапан 1
- Клапан 2
- Регулятор

The main window is titled 'Корректировка входного потока' (Adjustment of input flow) and contains the following data:

Пользовательские параметры		Расчетные параметры	
Расход	2860.00 м3/ч	Плотность	44.00 %
Содержание твердого	30.00 %	Содержание Au	0.86 г/т
		Au	923.42 г/ч

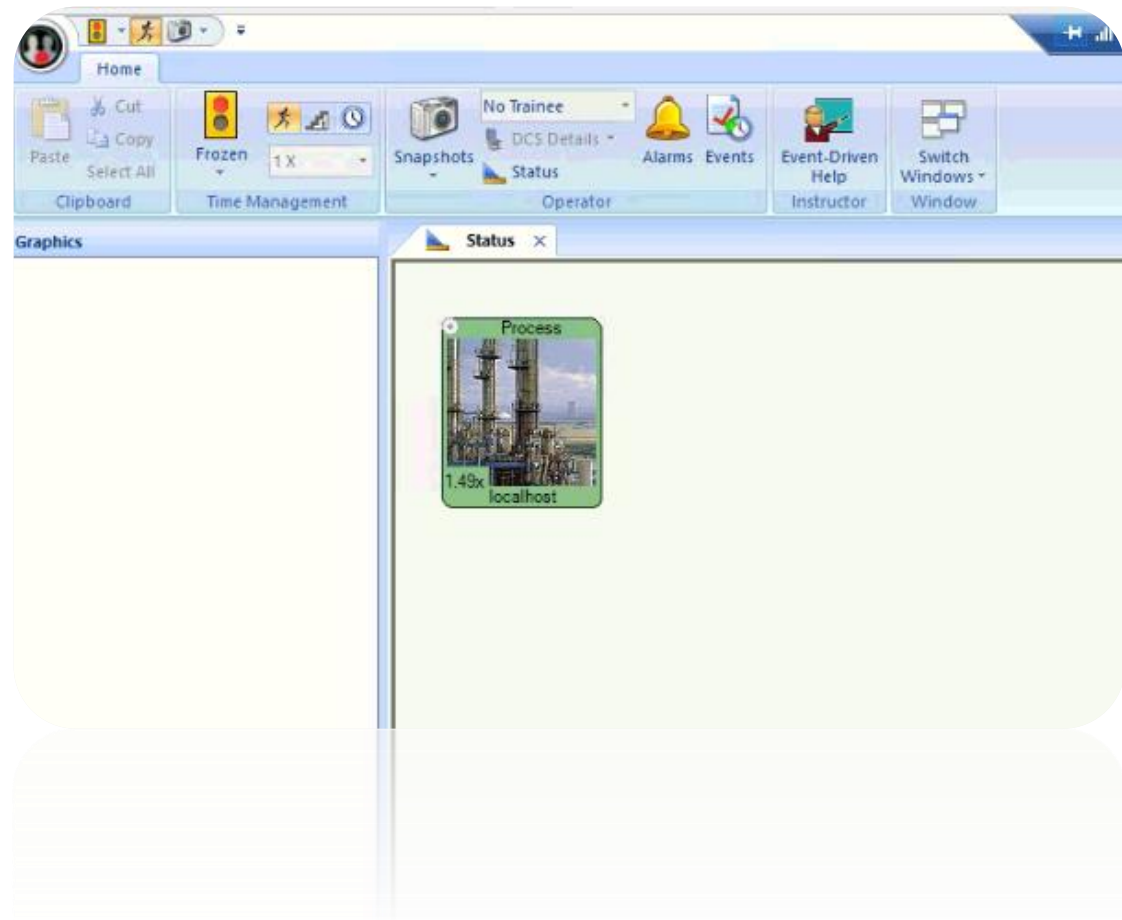
Плотность руды: 2860,00 кг/м3 Выход концентрата: 6,34 %

Buttons: Подтвердить, Журнал, Подтвердить все

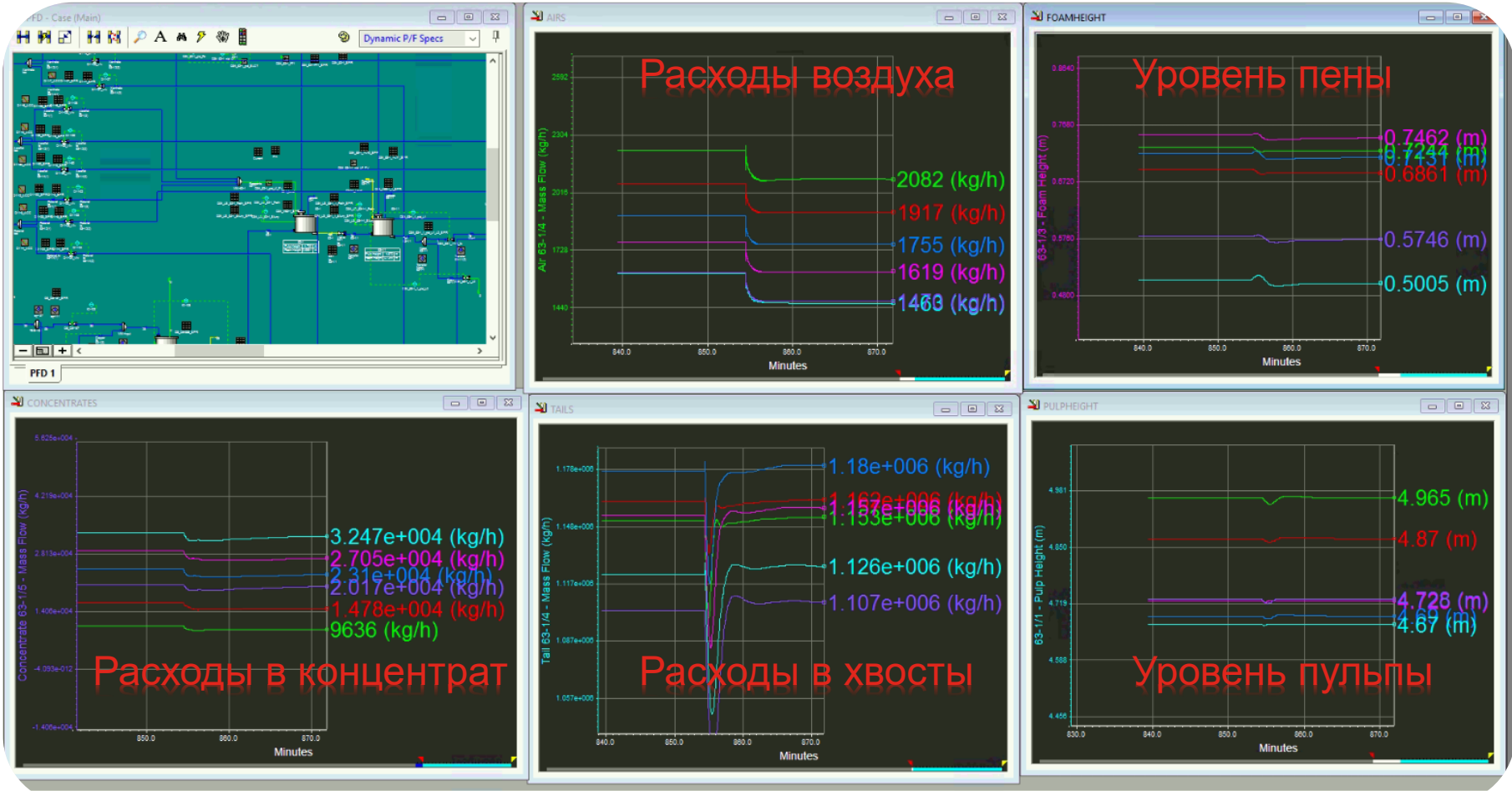
Чекбокс: Автопрокрутка

Этап 3. Интеграция модели и экрана SCADA

- Связывание модели USD и экрана SCADA
- Управление ходом расчета модели USD



Пример отклика модели при изменении входных параметров



ProductBlock 1 Losses 67-1 -- Flash Spec/Composition Not Set or Default

Inegrator Started at 0.0 minutes

Внедрение высокотехнологичных цифровых средств обучения – это не комплектация аппаратно-программного обеспечения

- **Организационное обеспечение**
- **Обучение преподавателей/инструкторов**
- **Методическое обеспечение**
- **Мотивационный аспект**
- **Связь с промышленностью (целевая подготовка выпускников)**
- **Программы дополнительного образования**
- **Поддержка производителей**

Спасибо за внимание!

Дозорцев Виктор Михайлович,
директор по стратегии и развитию
бизнеса высокотехнологичных
решений, д.т.н.
victor.dozortsev@honeywell.com