



Управленческое консультирование
Оптимизация цепочек поставок

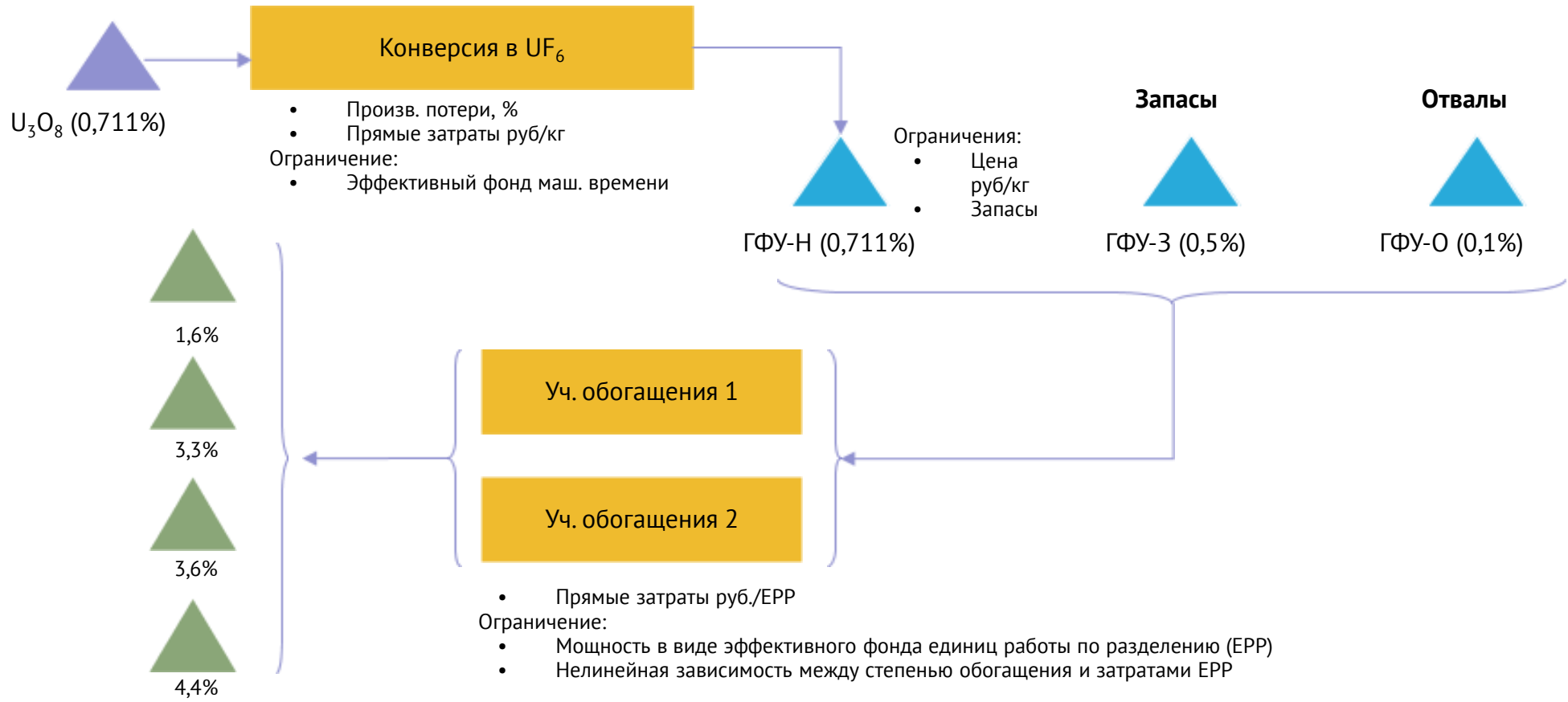
Инвестиционное моделирование с помощью Oracle Strategic Network Optimization

Описание прототипа для комплекса по производству
ядерного горючего

Описание задачи

- Продемонстрировать возможности по моделированию цепочки поставок ядерного горючего для поддержки принятия инвестиционных решений
- В цепочке поставок:
 - Оксид урана (U_3O_8) – природное сырьё со степенью обогащения 0,711%
 - Гексафторид урана, ГФУ (UF_6) – продукт химического преобразования оксида урана или побочный продукт обогащения; выделяют три вида по содержанию урана:
 - ГФУ-Н (0,711%) – после химической конверсии
 - ГФУ-З (0,5%) – побочный продукт обогащения
 - ГФУ-О (0,1%) – побочный продукт обогащения
 - Единица работы разделения (ЕРР) – это способ измерения экономических и энергетических затрат на обогащение ГФУ и получение ядерного горючего с заданной степенью обогащения (1,6%; 3,3%; 3,6%; 4,4%)

Модель комплекса по обогащению урановой руды (демонстрационный пример)



Потребность в горячем
разной степени обогащения (кг)

Исходные данные

- **Стоимость сырья и полуфабрикатов (по урану):**
 - U3O8 – 600 руб/кг
 - ГФУ-Н (0,711%) – 3600 руб/кг (рыночная цена)
 - ГФУ-З (0,5%) – 2500 руб/кг
 - ГФУ-О (0,1%) – 0 руб/кг
- **Стоимость конверсии:**
 - 180 руб/кг
- **Норма технологических потерь при конверсии:**
 - 0,5%
- **Стоимость единицы работы по разделению (ЕРР):**
 - 4800 руб/ЕРР
- **Матрица ЕРР-затрат при обогащении, ЕРР/кг U**

→	1,60%	3,30%	3,60%	4,40%
ГФУ-Н	1,07	3,97	4,53	6,04
ГФУ-З	1,67	5,35	6,04	7,92
ГФУ-О	13,09	30,39	33,49	41,78

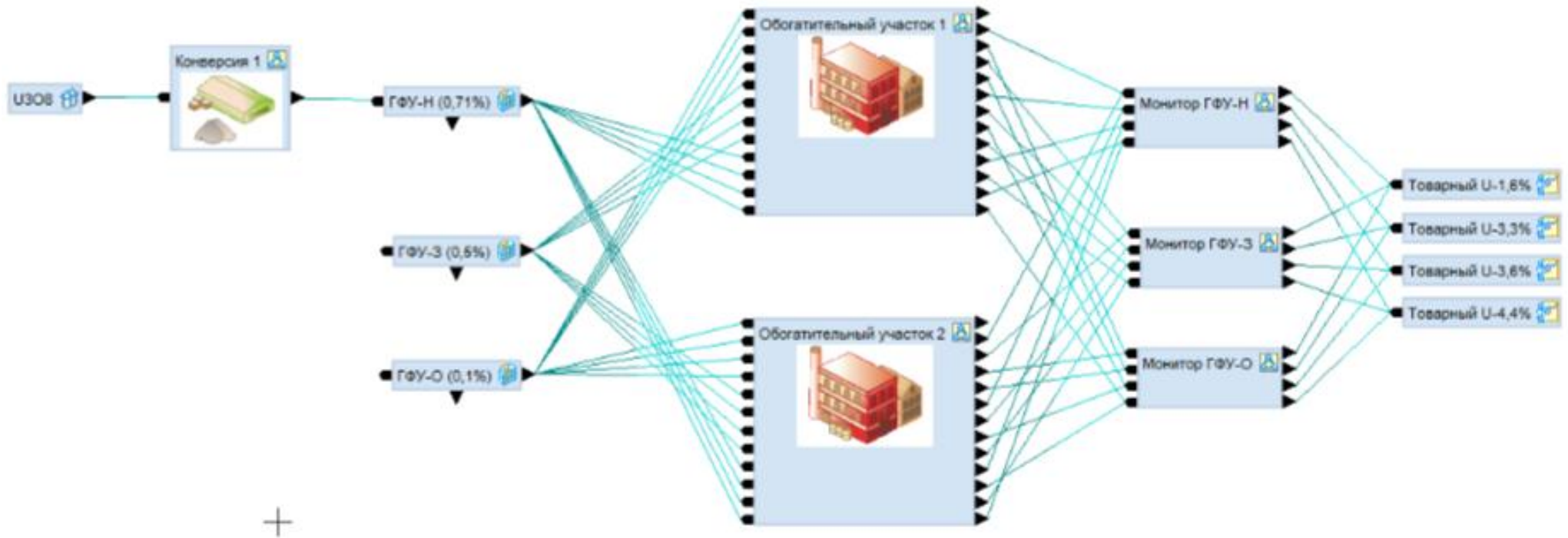
Мультипликатор количества сырья для обогащения

→	1,60%	3,30%	3,60%	4,40%
ГФУ-Н	3,17	8,05	8,78	10,73
ГФУ-З	6,50	16,50	18,00	22,00
ГФУ-О	151,00	330,00	360,00	440,00

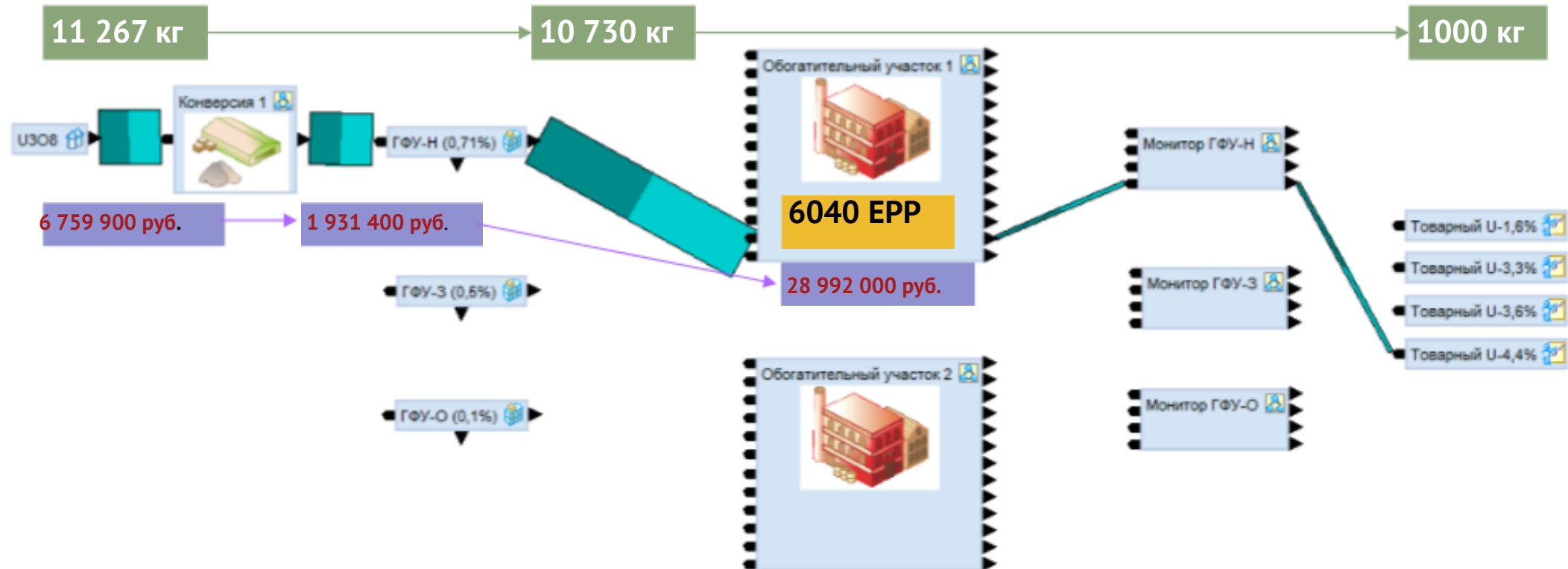
Примечания:

- Оптимизация производится по переменным затратам (постоянные = const), критерий – минимум затрат
- Т.к. система использует механизмы линейного программирования, нелинейная функция ЕРР не может быть представлена в системе аналитически, только в виде явных параметров линейной модели (рассчитанных, например, в Excel)
- Ограничения, связанные с переналадками, закладываются в моделях оперативного планирования (APS)
- Прочие ограничения будут представлены на следующих слайдах по мере их введения в модель

Модель Oracle SNO описывает основные этапы технологического цикла, по сути являясь перечислением теоретически возможных технологических маршрутов с заданными экономическими параметрами

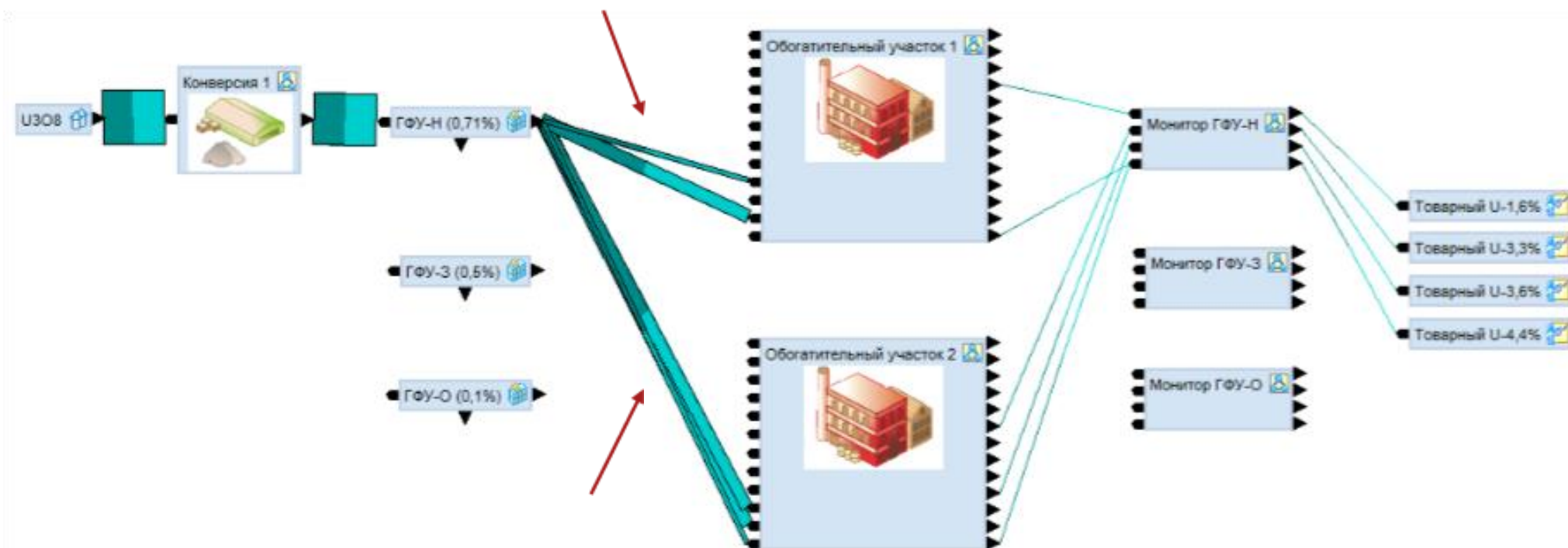


Базовый расчёт модели, в которой введён минимум ограничений, позволяет проследить правильность формирования материальных потоков и потока затрат для производства 1000 кг товарного урана со степенью обогащения 4,4%



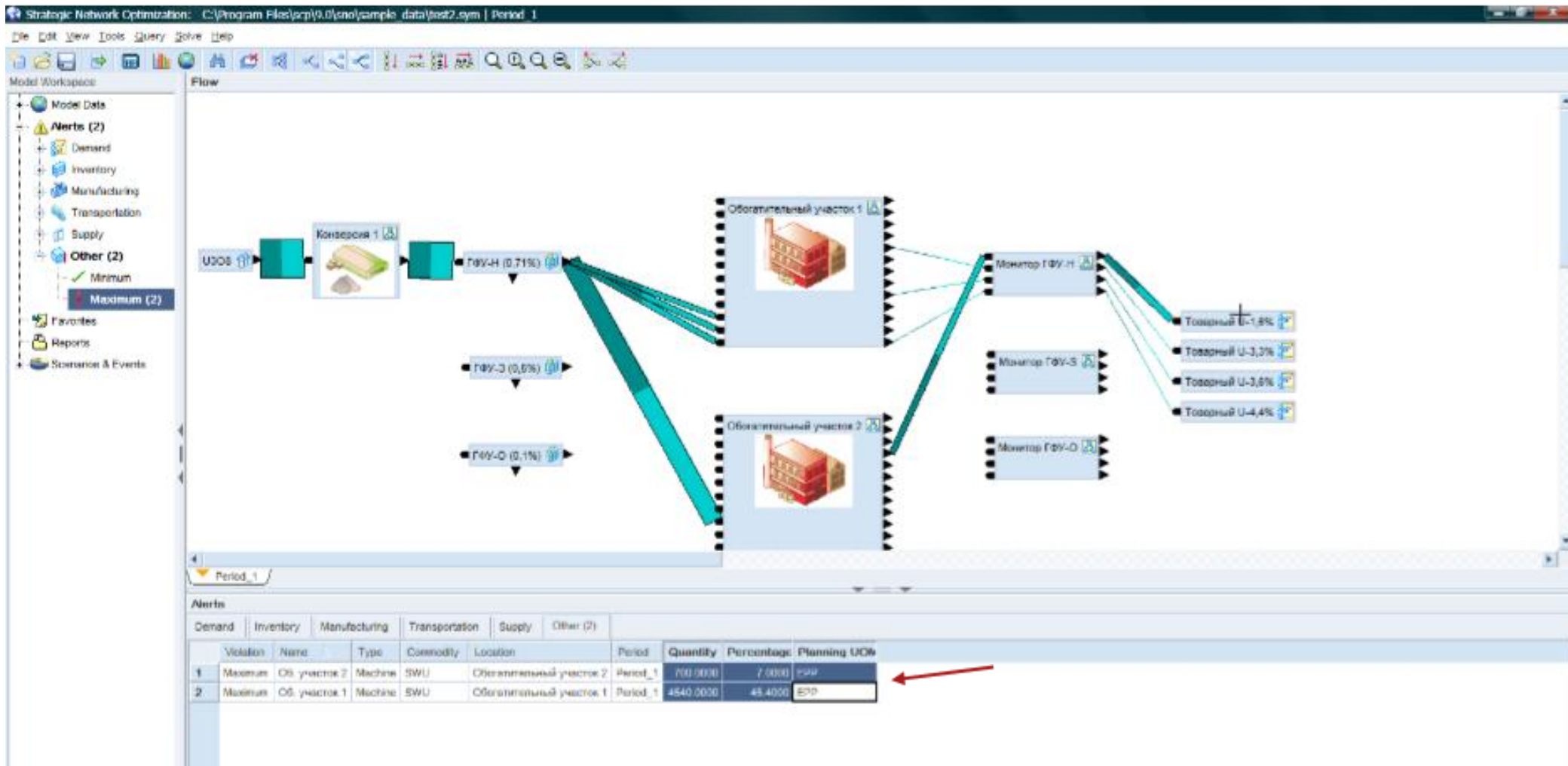
В данном случае, спрос на 1000 кг товарного U-4,4% рождает цепочку преобразований сырья и полуфабрикатов, ведущую к загрузке оборудования (незадействованные технологические маршруты скрыты) и прямым затратам на каждом переделе

Вводим спрос на все виды товарной продукции (по 1000 кг) и ограничиваем доступный фонд EPP для обоих участков (по 10 000 EPP)



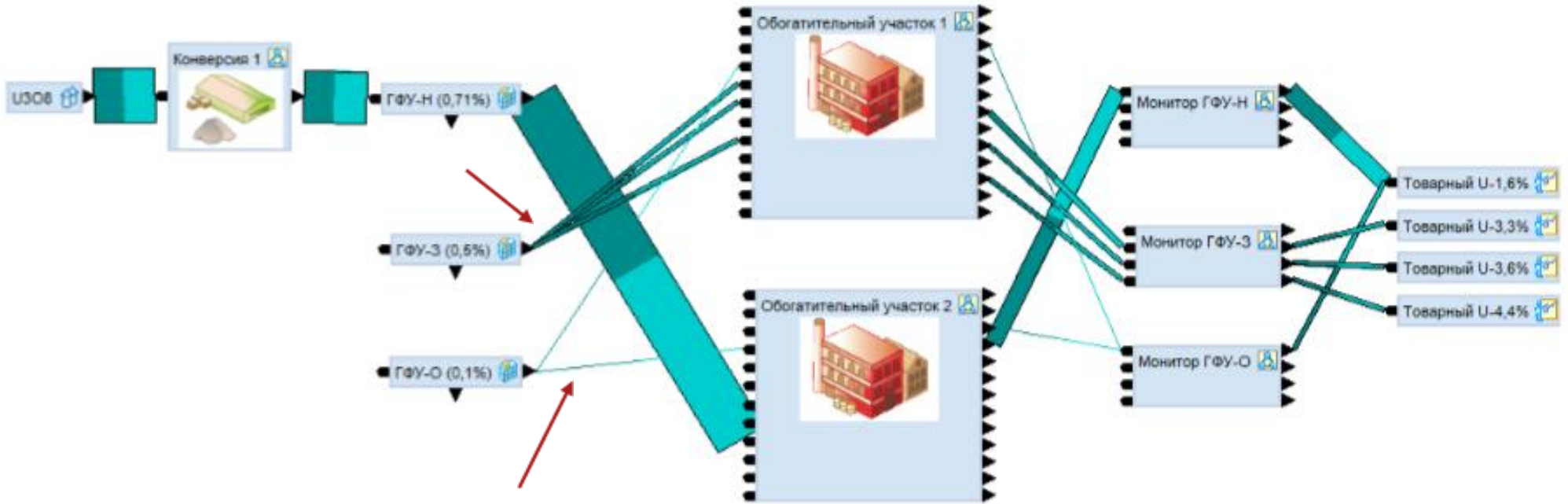
Система сбалансировала нагрузку по обоим участкам, выдав предупреждение о 100%-й загрузке одного из них

Если увеличить спрос по одному из продуктов в 10 раз, система выдаст предупреждение о нехватке мощностей



Предупреждение содержит точную информацию о нехватке мощностей в ЕРР. Тем не менее решение, для оптимизационной модели будет получено, т.к. SNO использует механизм мягких ограничений (штрафов). Основываясь на имеющихся данных, можно принять решение об аутсорсинге обогащения или инвестировать в развитие собственных мощностей на этом участке

Если ввести жёсткие ограничения на мощность участка конверсии, система предложит начать потребление запасов ГФУ с низким содержанием U^{235}



При этом, резко возросли затраты EPP на участке обогащения и система выдала предупреждение о нехватке 137% мощностей

Period_1

Alerts

Demand | Inventory | Manufacturing | Transportation | Supply | Other (2)

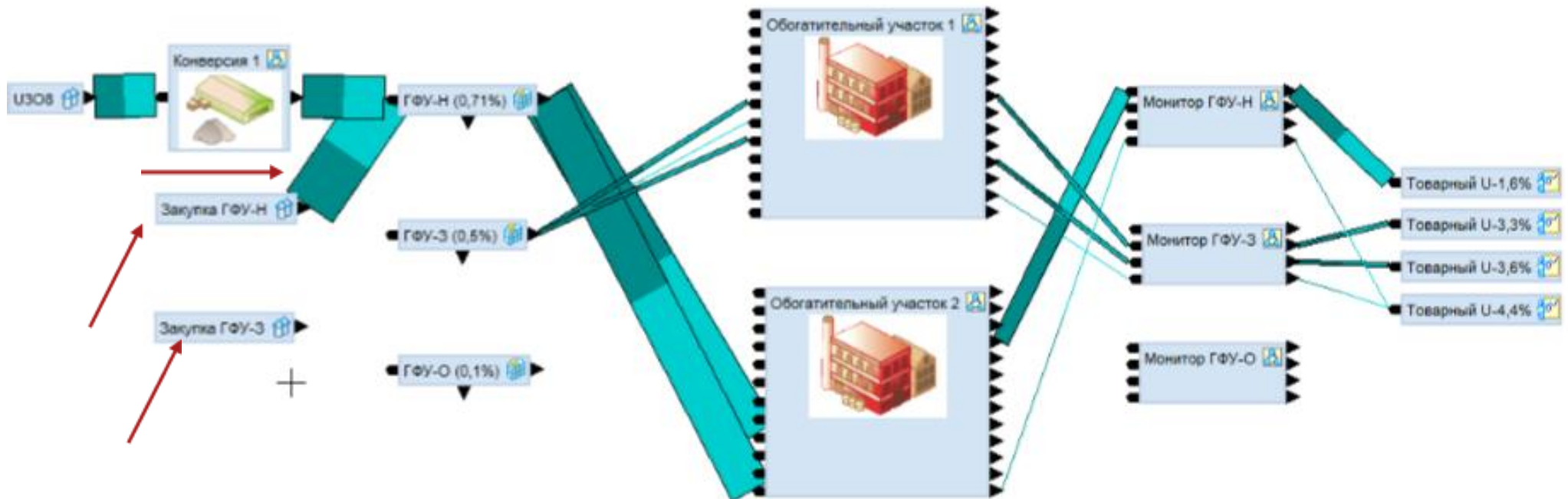
	Violation	Name	Type	Commodity	Location	Period	Quantity	Percentage	Planning UON
1	Maximum	Об. участок 2	Machine	SWU	Обогатительный участок 2	Period_1	0,0000	100,0000	EPP
2	Maximum	Об. участок 1	Machine	SWU	Обогатительный участок 1	Period_1	13752,0189	137,5202	EPP

Итак, с существующими мощностями и доступным сырьём в цепочке поставок выполнить производственную программу невозможно. Какие возможны сценарии решения выявленной проблемы?

1. Закупить ГФУ-Н (0,71%) и ГФУ-3 (0,5%)
2. Арендовать мощности конверсии
3. Арендовать мощности обогащения

Рассмотрим эти сценарии в системе Oracle SNO

Сценарий 1, часть 1: Закупить ГФУ-Н (0,71%) и ГФУ-3 (0,5%)

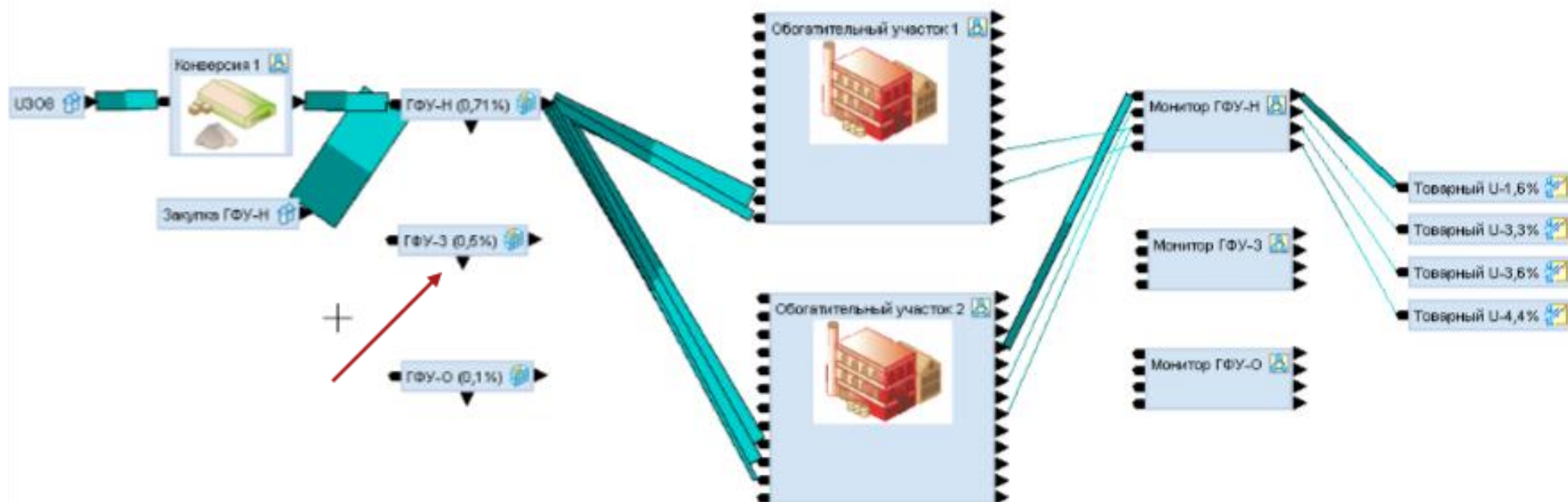


Мы модифицировали модель, добавив рыночные источники ГФУ-Н и ГФУ-3. Пытаюсь найти минимальное по затратам решение, система предлагает закупать только ГФУ-Н, продолжая использовать собственный ГФУ-3. Нам по-прежнему не хватает 18% мощностей обогащения

Alerts									
Demand									
Violation	Name	Type	Commodity	Location	Period	Quantity	Percentage	Planning	UOM
1	Maximum	Об. участок 2	Machine	SWU	Обогатительный участок 2	Period_1	0.0000	100.0000	EPP
2	Maximum	Об. участок 1	Machine	SWU	Обогатительный участок 1	Period_1	1809.6026	18.0960	EPP

Сценарий 1, часть 2: Закупить ГФУ-Н (0,71%) и ГФУ-3 (0,5%)

Если искусственно ограничить потребление собственного ГФУ-3, и закупать ГФУ-Н, то нам удастся сбалансировать мощности. Такого же эффекта можно было бы добиться, если ввести дополнительные штрафы за превышение допустимой загрузки оборудования. Данный анализ также показывает, что узким звеном технологического цикла являются мощности конверсии, а не обогащения, как могло показаться ранее. Совокупные затраты по такому сценарию: **207,3 млн. руб.**



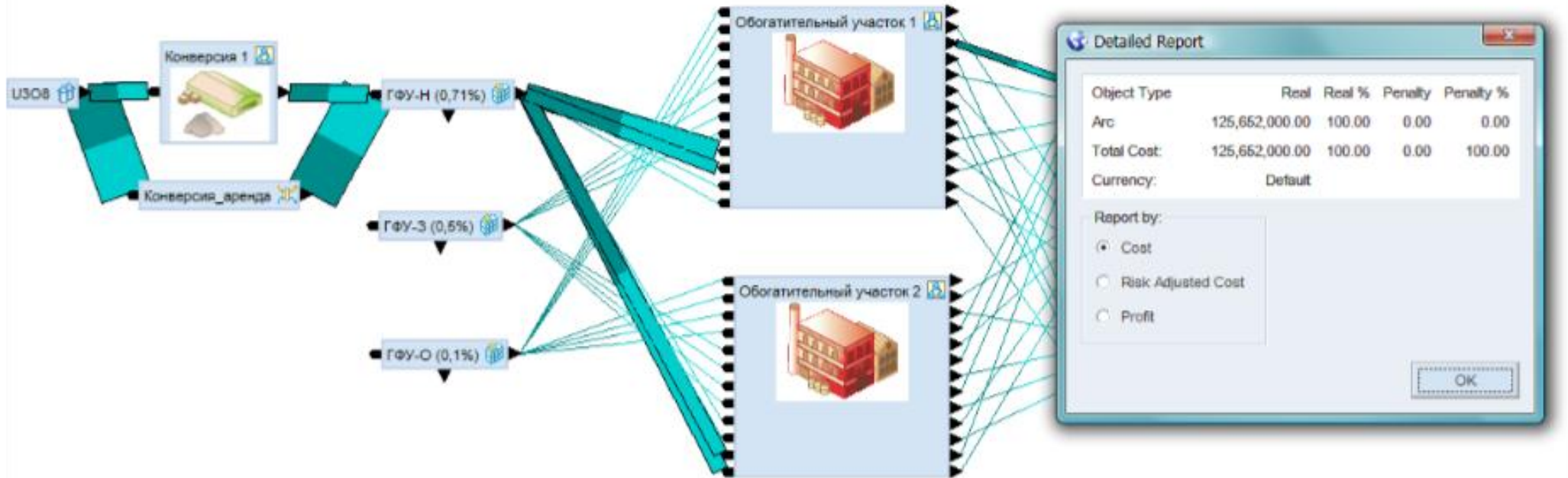
Period_1

Alerts

	Demand	Inventory	Manufacturing	Transportation	Supply	Other (1)				
	Violation	Name	Type	Commodity	Location	Period	Quantity	Percentage	Planning UOM	
1	Maximum	Об. участок 2	Machine	SWU	Обогатительный участок 2	Period_1	0.0000	100.0000	EPP	

Сценарий 2: Аренда мощностей конверсии

Из предыдущего сценария стало понятно, что увеличив мощности конверсии, можно наиболее эффективно удовлетворить спрос. Аренда мощностей конверсии по ставке 300 руб/кг (против 180 руб/кг собственных затрат) позволяет сбалансировать мощности в цепочке поставок. Себестоимость такого сценария **125,7 млн. руб**



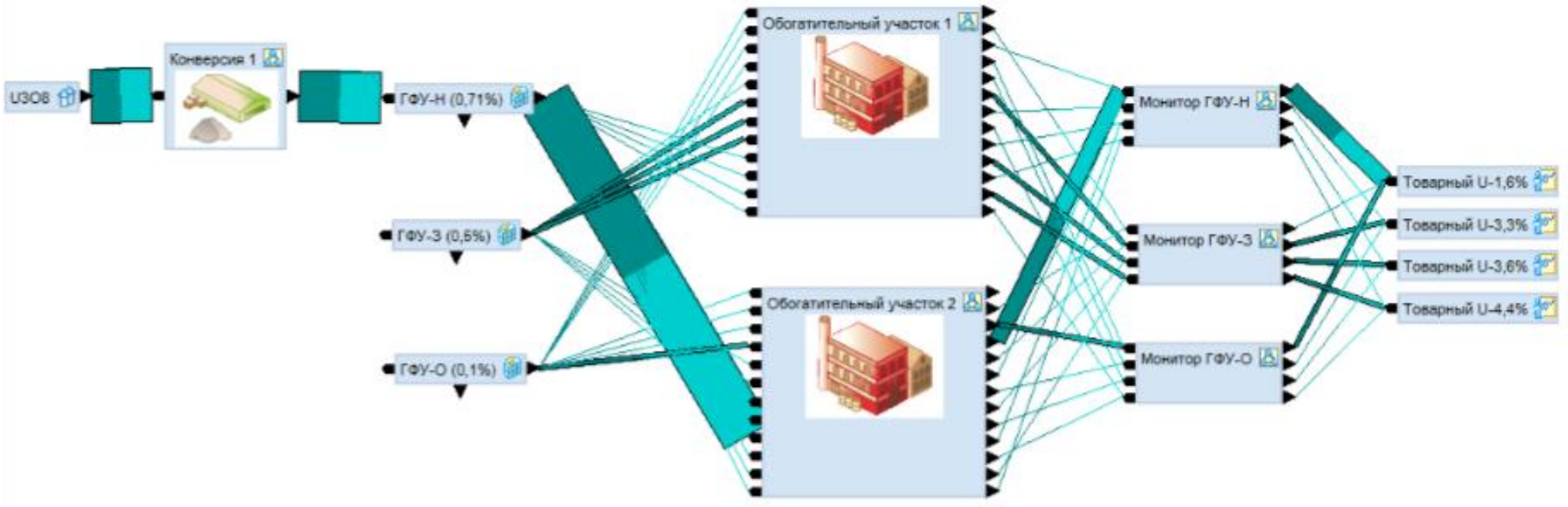
+

Period_1/

Alerts

Demand	Inventory	Manufacturing	Transportation	Supply	Other (1)				
Violation	Name	Type	Commodity	Location	Period	Quantity	Percentage	Planning UOM	
1	Maximum	Об. участок 2	Machine	SWU	Обогатительный участок 2	Period_1	0.0000	100.0000	EPP

Сценарий 3: Аренда мощностей обогащения



Добавив недостающие мощности по цене 7 680 руб/кг (против 4 800 руб/кг своих) мы сбалансировали нагрузку на обогатительных участках. Себестоимость такого сценария **217,2 млн. руб**

Наиболее выгодным с точки зрения затрат является сценарий аренды мощностей конверсии. В реальности, доступных внешних мощностей может просто не существовать и задача сведётся к выбору оптимального инвестиционного проекта

1. Закупить ГФУ-Н (0,71%) и ГФУ-3 (0,5%)	207	млн. руб
2. Арендовать мощности конверсии	126	
3. Арендовать мощности обогащения	217	

Для целей инвестиционного моделирования в Oracle SNO есть возможность оценки капитальных затрат с применением соответствующей эвристики

- Эвристика Capital Asset Management позволяет:
 - Принимать решение о закрытии или вводе мощностей
 - С учётом однократного эффекта финансовых потерь и/или приобретений
 - Оценить, следует ли временно приостанавливать работу определённых активов в заданные периоды
 - Анализировать эффективность открытия/закрытия актива в первый период моделирования
 - Учитывать постоянные издержки по периодам для всех активов
- Эвристика рассматривает:
 - Активы с наименьшей загрузкой мощностей по сравнению с другими
 - Активы с повышенными постоянными затратами
 - Активы, позволяющие получить высокое однократное преимущество от их закрытия или низкую однократную стоимость их запуска

Вопросы?

пéкарня


ilya@i-bakery.ru