

Существуют следующие пути утилизации и применения попутного нефтяного газа:

1) Закачка в недра для повышения нефтеотдачи пласта. Данный вариант заключается в нагнетании газа в пласт для поддержания пластового давления в нем. Это требует дополнительных расходов, но в тоже время продлевает срок эксплуатации скважины. Однако в России этот способ почти не используется, т.к. это затратный процесс.

2) Использование в качестве топлива для выработки энергии.

3) Поступление на газоперерабатывающий завод, где из ПНГ выделяют смесь метана и пропана, сухой отбензиненный газ, фракции легких углеводородов. Далее на газоперерабатывающем заводе происходят процессы более глубокой переработки: дегидрирование, полимеризация, пиролиз. В результате этих процессов появляются полимеры – полиэтилен, полипропилен, полистирол, синтетический каучук.

Чтобы решить данную проблему нужно оснастить промыслы необходимой аппаратурой, сооружением компрессорной станции, а также строительством газоперерабатывающих заводов.

На сегодняшний день полная утилизация и сбережение ресурсов попутного нефтяного газа является одной из стратегических задач нефтяного комплекса. По некоторым данным, в России к 2030 г. будет использоваться примерно 95 % извлекаемого попутного газа.

Список литературы:

1. Кутепова Е., Книжников А., Кочи К. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: еженедельный обзор. Вып.4. М: WWF России, КППМГ, 2012. 35 с.

2. Ильина М. Н., Старшинов Д. М., Ильина Г. Ф. Использование попутного газа нефтяных месторождений: тр. VIII международного симпозиума им. акад. М. А. Усова студентов и молодых ученых. Томск: Издательство ТПУ, 2004. С. 466 - 469.

3. Андреева Н. Н., Крюков В. А., Лятс К. Г. Соловьянов А. А. Стратегия использования попутного нефтяного газа в Российской Федерации. — М.: ЗАО «Редакция газеты «Кворум», 2008. — 320 с.

4. Кирюшин П.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В., Пузанова Т.А., Уваров С.А. Попутный нефтяной газ в России: «Сжигать нельзя, перерабатывать!» Аналитический доклад об экономических и экологических издержках сжигания попутного нефтяного газа в России. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013.— 88 с.

© А.Д.Быченков, К.В. Дедов, Е.Н. Батин, 2016

УДК: 004.94(519.622)

Шорников Юрий Владимирович

доктор техн. наук, проф. каф. АСУ НГТУ, г. Новосибирск, РФ

Данилов Алексей Сергеевич

аспирант каф. АСУ НГТУ, г. Новосибирск, РФ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ В МЕТОДОЛОГИИ ГИБРИДНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Предложен подход к спецификации моделей системной динамики в виде систем дифференциально - алгебраических уравнений. Показана возможность применения методологии гибридных систем при построении моделей. Рассмотрена модель

производственно - сбытовой системы ГОК «Интернациональный». Приведены оригинальные сценарии экспериментов.

Ключевые слова. Системная динамика, гибридные системы, дифференциально - алгебраические уравнения, производственно - сбытовая система.

Abstract. Approach to system dynamics models specification as differential - algebraic equation systems is proposed. Opportunity of the hybrid systems methodology use in the study of system dynamics models is shown. The model of supply - chain system of Mining and Processing Enterprise "International" is considered. Original experiment scenarios are given.

Key words. System dynamics, hybrid systems, differential - algebraic equations, supply - chain system.

Моделирование мировой динамики ведет свое начало с докладов видного американского ученого Дж. Форрестера знаменитому Римскому клубу в начале 1970 - х гг. относительно применения разработанных моделей системной динамики для долгосрочного эколого - экономического прогнозирования. Модели системной динамики Форрестера являются непрерывными, и автор неуклонно следует этой идеологии. Например, для имитации 10 % скачка роста темпа спроса $RRR(t)$ в розничном звене производственно - сбытовой системы (ПСС), в отличие от установившегося значения $RRR(t) = 1000$, Форрестер использует кусочно - непрерывную функцию спроса

$$RRR(t) = \begin{cases} 1000 + kt, & t \leq t^* ; \\ 1100, & t > t^* . \end{cases}$$

Момент времени $t^* = 100/k$, а если учесть, что $k \gg 1$, то $[0, t^*] \ll T$, где T – длина интервала моделирования. Поэтому, в терминологии гибридных систем (ГС) [1], интервал $[0, t^*]$ можно считать временной щелью (time gap) [2]. Тогда можно говорить о дискретно – непрерывном моделировании, и исследования выполнять в методологии ГС.

Модели системной динамики описываются Форрестером с помощью разностных уравнений с использованием явного метода Эйлера – одного из самых неточных численных методов [3]. В работе предлагается спецификация моделей на языке современной вычислительной математики - в виде систем АДУ. Это позволяет использовать более точные численные методы для решения задачи Коши. Композиция моделей и эксперименты проводились в инструментальной среде ИСМА [4]. Основными введенными Дж. Форрестером парадигмами системной динамики являются *уровни, темпы и запаздывания*.

Уровни отражают возникающие накопления внутри системы и могут быть описаны с помощью задачи Коши

$$IAF'(t) = SRF(t) - SSF(t),$$

$$IAF(0) = IAF_0,$$

где IAF – значение уровня, SRF , SSF – входной и выходной темпы соответственно, IAF_0 – начальные условия. Здесь и в дальнейшем использованы оригинальные обозначения чтобы точнее проводить аналогию моделей.

Темпы потоков определяют существующие потоки между уровнями системы и отражают их интенсивность. **Функции решений**, формирующие потоки, описываются алгебраическими уравнениями, правые части которых могут быть определены как кусочно – линейные функции.

Запаздывание определяет задержку между входным и выходными темпами. Соответствующая система дифференциально - алгебраических уравнений имеет вид

$$LEV'(t) = IN(t) - OUT(t),$$

$$LEV(0) = LEV_0,$$

$$OUT(t) = \frac{LEV(t)}{DEL},$$

где LEV – уровень в запаздывании, IN, OUT – входной и выходной темпы соответственно, DEL – постоянная запаздывания.

Дж. Форрестером предлагается модель производственно - сбытовой системы (ПСС) как инструмента исследования динамики сложной индустриальной системы [5]. На рисунке 1 представлена содержательная схема ПСС.

Система состоит из трёх звеньев. Заказы от покупателей поступают в розничное звено, из розничного звена товары доставляются покупателям. Аналогично, розничное звено взаимодействует с оптовым, а оптовое – с заводским производителем.

На рисунке 2 приведена программная модель блока «Завод» на языке LISMA [6].

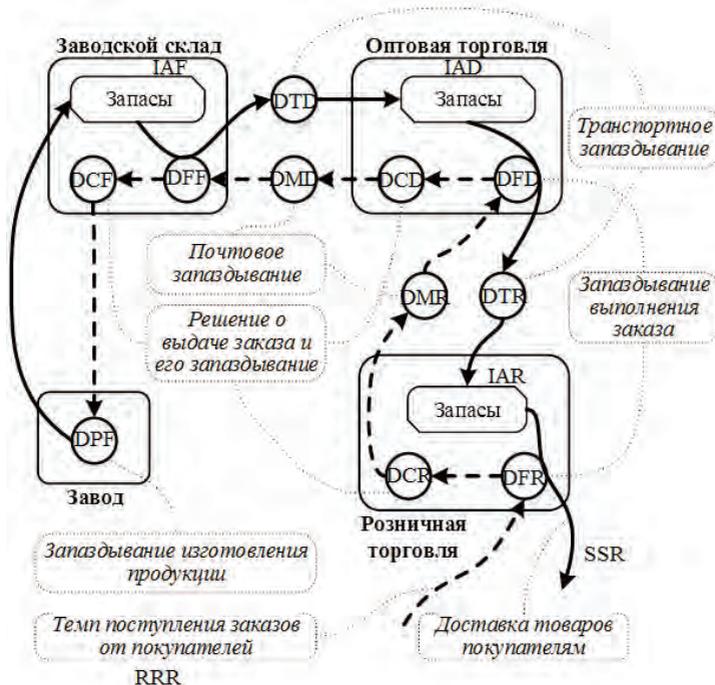


Рисунок 1 – Индустриальная система (ПСС)

```

1 UOF' = RRF - SSF; UOF(0) = 2000.0; // Невыполненные заказы производством
2 IAF' = SRF - SSF; IAF(0) = 4000.0; // Фактический запас на заводском складе
3 STF = UOF / DFF; // Предполагаемый темп заводских поставок
4 NIF = IAF / DT; // Предельный темп заводских поставок
5 if (NIF >= STF) { SSF = STF; } // Темп заводских поставок
6 if (NIF < STF) { SSF = NIF; } // То же
7 const DHF = 1.0; // Минимальное запаздывание выполнения заказа производством
8 const DUF = 1.0; // Среднее запаздывание выполнения заказов производством
9 DFF = DHF + DUF * IDF / IAF; // Запаздывание выполнения заказов производством
10 const AIF = 4.0; // Коэффициент пропорциональности
11 IDF = AIF * RSF; // Желательный запас в производстве
12 const DRF = 8.0; // Запаздывание в усреднении требований к производству
13 RSF' = (RRF - RSF) / DRF; RSF(0) = 1000.0; // Усреднённые требования к производству

```

Рисунок 2 – Модель блока «Завод» на LISMA

Необходимо разработать модель перевозки руды от месторождения «Интер» до обогатительной фабрики №3. Поток сырья от кимберлитовой трубки «Мир» исключены из рассмотрения. На рисунке 3 представлена содержательная схема технологического процесса транспортировки руды.

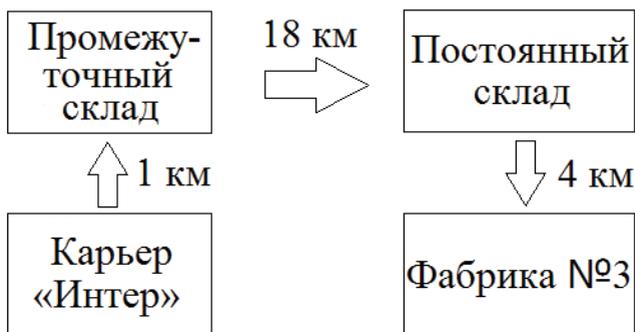


Рисунок 3 – Содержательная схема техпроцесса транспортировки руды

Перевозка руды осуществляется с помощью автосамосвалов БелАЗ - 7547 грузоподъемностью 45 тонн. Вместимость промежуточного склада - 45 000 тонн. Вместимость постоянного склада – 200 000 тонн. Всего на перевозку руды с «Интер» задействовано пять автосамосвалов. Добыча и транспортировка руды происходит ежедневно. Поставка руды на обогатительную фабрику №3 осуществляется непрерывно с постоянным темпом. Целевой уровень добычи руды в год – 500 000 тонн. Мощность обогатительного комплекса — 1,4 миллиона тонн руды в год.

Структурно - текстовая модель технологического процесса представлена на рисунке 5. Модель содержит три уровня: руды на промежуточном складе, руды на постоянном складе, руды доставлено на фабрику. Блоки «Карьер – Промежуточный склад», «Пр. Склад. Разгрузка» и др. представляют собой запаздывания третьего порядка, графическая модель которого изображена на рисунке 6.

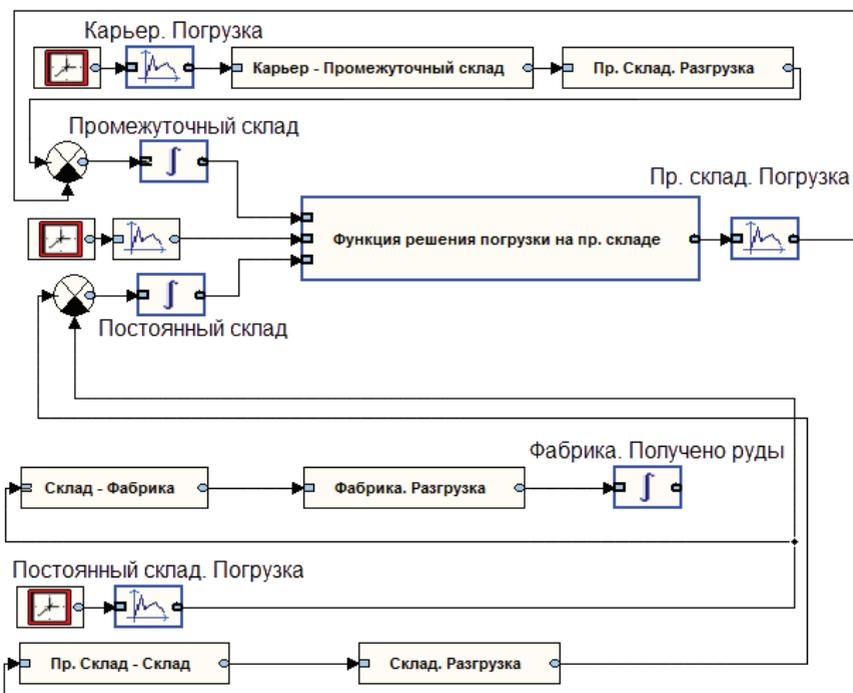


Рисунок 5 – Структурно - текстовая модель техпроцесса

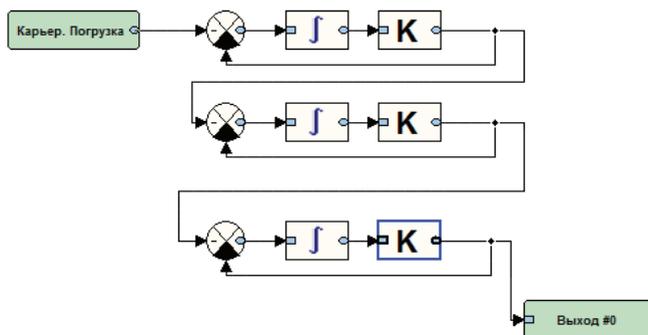


Рисунок 6 – Графическая модель запаздывания третьего порядка

Текстовая часть модели, содержимое блока «Функция решения погрузки на пр. складе», определяющего темп погрузки руды на промежуточном складе в соответствии с вышеописанным алгоритмом, представлено на рисунке 7. Определено два состояния гибридной системы: «Обычное», при переходе в которое ничего не происходит, и «Начало погрузки», в котором скачкообразно изменяется значение дифференциального уравнения для времени с начала последней погрузки.

```

1 timeSinceLoadingStarted '= 1.0; // время с начала последней погрузки
2 time '= 1.0; // текущее модельное время
3
4 const warehouseCapacityMax = 200000.0; // максимальная вместимость постоянного склада
5 const temporaryWarehouseCapacityMax = 45000.0; // максимальная вместимость временного склада
6 const timeBetweenRuns = 1.0 / 24.0; // минимальный период времени между двумя рейсами
7 const warehouseTrigger = 0.75;
8 const temporaryWarehouseTrigger = 0.75;
9 const runsScheduleStart = 0.666666; // минимальное время суток начала рейсов
10
11 // dayNumber - номер дня
12 currentDayTime = time - dayNumber; // текущее время суток [0.0; 1.0)
13
14 // warehouseCapacity - текущий уровень руды на складе
15 // temporaryWarehouseCapacity - текущий уровень руды на промежуточном складе
16 if ( ( warehouseCapacity <= warehouseTrigger * warehouseCapacityMax ) OR
17      ( temporaryWarehouseCapacity <= temporaryWarehouseTrigger * temporaryWarehouseCapacityMax ) AND
18      ( timeSinceLoadingStarted >= timeBetweenRuns )
19      AND ( currentDayTime >= runsScheduleStart ) )
20 {
21     set timeSinceLastLoading = 0.0;
22 }

```

Рисунок 7. Функция решения погрузки на промежуточном складе

Проведём следующий эксперимент. погрузка руды у карьера осуществляется ежедневно с 00:00 до 08:00 часов, выполняются семь рейсов по пять самосвалов каждый час. Самосвалы загружаются на 90 % , т.е. по 40,5 тонн руды. Погрузка руды с постоянного склада осуществляется ежедневно с 16:00 до 24:00, выполняются также семь рейсов по пять самосвалов. Время погрузки автосамосвала составляет 3 минуты; время разгрузки автосамосвала – 2 минуты; минимальный период осуществления рейсов между складом и фабрикой №3 – час; шаг интегрирования - 10^{-4} часов, период моделирования – год. На промежуточном складе в начальный момент времени находится 33 600 тонн руды, на постоянном – 161 400 тонн.

На рисунке 8 изображены графики уровней руды на промежуточном, постоянном складе и руды, доставленной на фабрику. Можно заключить, что система находится в квазиустойчивом состоянии – значений уровней не изменяются изо дня в день, но в течение дня происходят колебания их значений. За год было доставлено 517 300 тонн руды на фабрику, что свидетельствует о допустимости графика перевозок, применённого в сценарии. Перевыполнение плана при внедрении предложенного графика будет компенсировано исключенным из рассмотрения в модели фактором периодического выхода их строя автосамосвалов.

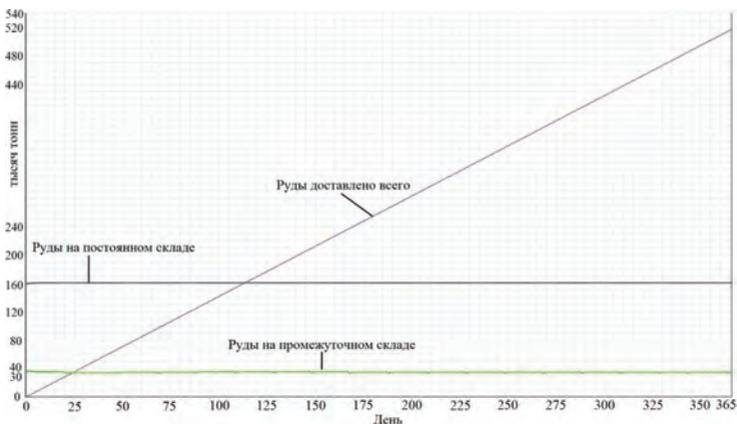


Рисунок 8 – Уровни руды на складах и доставленной на фабрику

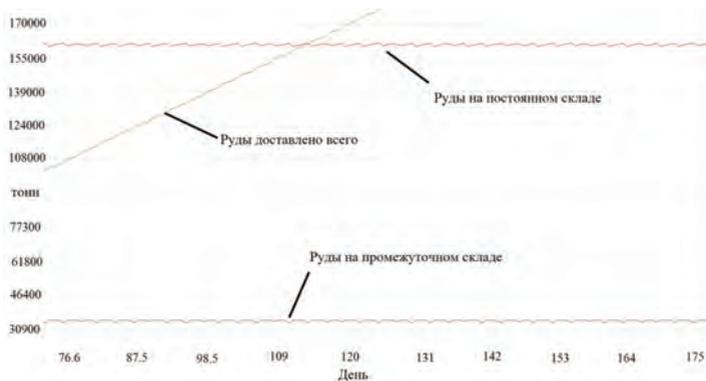


Рисунок 9 – Уровни руды на складах и доставленной на фабрику с 76 по 175 день (Фрагментация)

Второй сценарий эксперимента состоит в следующем. Добыча руды останавливается на 30 дней (с 100 по 130 день). Остальные параметры модели останутся неизменными. На рисунке 3.13 представлены графики изменения уровней руды на складах и суммарного количества руды, доставленной на фабрику. До 100 дня система находится в квазиустойчивом состоянии, как и в первом сценарии эксперимента. Начиная с 100 дня прекращается поставка руды на промежуточный склад. Уровень руды на промежуточном складе составил чуть менее 75 % от номинального объёма, а на постоянном складе превысил 75 % номинального объёма. Это приводит к остановке транспортировки руды между промежуточным и постоянным складами. Уровень руды на промежуточном складе остаётся неизменным, а на постоянном уменьшается до 118 дня. На 118 день уровень руды на постоянном складе становится ниже комфортного в 75 % от номинального, перевозка руды с промежуточного склада на постоянный возобновляется, уровни руды на складах стабилизируются. Начиная со 130 дня, добыча руды возобновляется, система вновь приходит в квазиустойчивое равновесие.

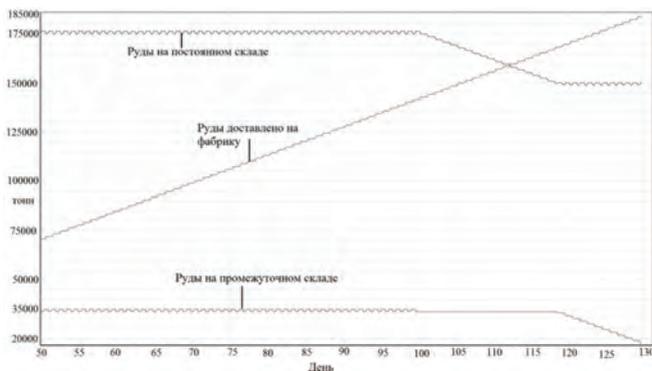


Рисунок 10 – Уровни руды на складах и количество доставленной на фабрику руды с 50 по 130 день.

За весь период простоя карьера доставка руды на фабрику не прекращалась и не уменьшалась за счёт исходных запасов руды на складах. Можно сделать заключение, что предложенные график перевозок и начальные уровни запасов руды на складах являются достаточными для обеспечения ГОК даже в случае неожиданной остановки добычи руды на месяц.

Список использованной литературы

1. J. Esposito, V. Kumar and G.J. Pappas, "Accurate Event Detection for Simulating Hybrid Systems," In: Hybrid Systems: Computation and Control (HSCC), Vol. LNCS 2034, 1998.
2. Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. СПб.: БХВ - Петербург, 2012. 224 с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. СПб.: БХВ - Петербург, 2011. 592 с.
4. Shornikov, Yu. V. Computer simulation of hybrid systems by ISMA instrumental facilities / Yu. V. Shornikov, M. S. Myssak, D. N. Dostovalov // Recent advanced in mathematical methods in applied sciences: proc. of the 2014 intern. conf. on mathematical models and methods in applied sciences (MMMAS'14), proc. of the 2014 intern. conf. on economics and applied statistics (EAS'14), Saint Petersburg, 23–25 Sept. 2014. – (Mathematics and computers in science and engineering; vol. 32). – Saint Petersburg, 2014. – P. 257 - 262. – ISSN 2227 - 4588, ISBN 978 - 1 - 61804 - 251 - 4.
5. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). М.: Прогресс, 1971. 342с.
6. Шорников, Ю. В. Компонента спецификации моделей гибридных систем на языке «LISMA _ PDE» / Ю. В. Шорников, А. В. Бессонов // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617191. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности. 2015.
7. Шорников Ю.В. Модели системной динамики в окружении ISMA _ 2015 / Ю.В. Шорников, В.Л. Кириллов, А.В. Бессонов, Е.А. Попов // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета №4(82). – Новосибирск, 2015. с. 122 - 135.

© Шорников Ю.В., Данилов А.С., 2016

УДК 004

Дочкин Александр Сергеевич
Студент 4 - го курса КузГТУ
Г. Кемерово, РФ

ANDROID STUDIO КАК ЛУЧШИЙ ВЫБОР ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Android Studio – это среда разработки для работы с платформой Android, созданная компанией Google в 2013 году. С момента релиза, Google всячески улучшала и модернизировала свою среду, она пережила множество обновлений, переработок, дополнений. И все это было не напрасно – Android Studio на текущий момент является