

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДАЧИ РУДЫ НА ОБОГАЩЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ «ШИХТОВАНИЕ»

К.В. Феофанов, П.Л. Макашов (Компания «КОНСОМ ГРУПП»)

Представлен алгоритм работы и функциональность модуля «Шихтование», позволяющего подать на вход обогатительного производства руду с усредненным элементарным составом без необходимости строительства усреднительного склада.

Ключевые слова: оптимизация подачи руды, шихтование, усреднительные склады, рентгено-флуоресцентный анализ, горно-обогатительное производство.

Несмотря на динамично развивающиеся технологии в таких отраслях, как металлургия и машиностроение, в горно-обогатительном производстве все еще существует достаточное число проблем, препятствующих эффективной работе предприятий. Одной из таких проблем является отсутствие возможности подать на вход обогатительного производства руду с усредненным элементарным составом. Зачастую в технологических цепочках обогатительных предприятий отсутствуют усреднительные склады. Руда, поступающая на обогащение, неравномерна по элементному составу. Кроме того, случается, что обогатители работают «вслепую», не имея информации о составе поступающей в переработку руды. Для решения этой проблемы специалисты компании «КОНСОМ ГРУПП» разработали программный модуль «Шихтования».

Модуль «Шихтования» предназначен для оптимизации рудных потоков горнодобывающих предприятий. Модуль позволяет решить следующие задачи:

- обеспечение обогатительной фабрики рудой усредненной, по своему компонентному составу при прямой подаче с карьера, в календарном горизонте (5...10 дней);
- снижение затрат на транспортировку;
- оперативная корректировка компонентного состава руды, подаваемой на фабрику, по результатам контроля осуществляемого методом рентгено-флуоресцентного анализа (РФА);
- выдача заданий на транспортировку руды в систему диспетчеризации горного транспорта.

Архитектура модуля «Шихтование» для оптимизации подачи руды на горно-обогатительную фабрику представляет собой одностраничное приложение

Single Page Application (SPA)¹.

Архитектура модуля представлена на рис. 1. Клиентская часть разработана с использованием фреймворка² Vue.js, для разметки и описания внешнего вида Web-страниц используются языки HTML/CSS, а в качестве языка программирования – JavaScript. Обмен между клиентской и серверной частью осуществляется в формате JSON³. В серверной части модуля в отдельный сервис процесс вынесена функциональность решения оптимизационных задач, обмен данными Web API⁴ с сервисом расчета осуществляется в формате JSON. В качестве базы данных используется MySQL.

Алгоритм работы модуля «Шихтование» (рис. 2).

1) Подготовить исходные данные – для расчета графика

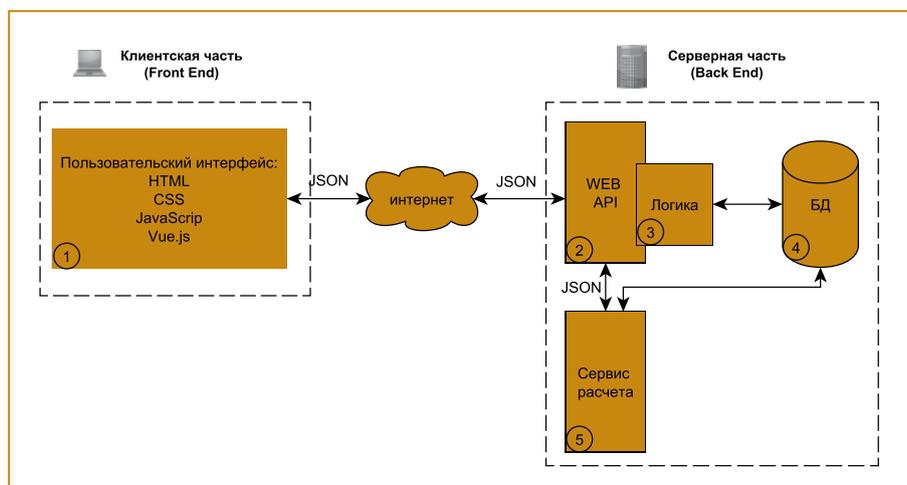


Рис. 1. Архитектурная схема модуля «Шихтование», где 1 - графическое отображение карты склада, контуров добычи, отчеты и т.д.; 2 - контроллеры CRUD (CRUD — акроним, обозначающий четыре базовые функции, используемые при работе с базами данных: создание (create), чтение (read), модификация (update), удаление (delete)); 3 - бизнес-логика, логика взаимодействия с клиентской частью; 4 - исходные данные: по карьерам, контурам добычи, самосвалам, экскаваторам; 5 - цифровое пространство, в котором с помощью математической модели, базирующейся на решении системы линейных уравнений, осуществляется оптимизация маршрутов с горы на фабрику

¹ Одностраничное приложение (single page application, SPA) — это Web-приложение или Web-сайт, использующий единственный HTML-документ как оболочку для всех Web-страниц и организующий взаимодействие с пользователем через динамически подгружаемые HTML, CSS, JavaScript. ОП исполняются в рамках браузера, а не в операционной системе.

² Фреймворк - программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта.

³ JSON (JavaScript Object Notation) — текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Как и многие другие текстовые форматы, JSON легко читается людьми.

⁴ Web API — метод получения данных из запросов с помощью Web-браузера.

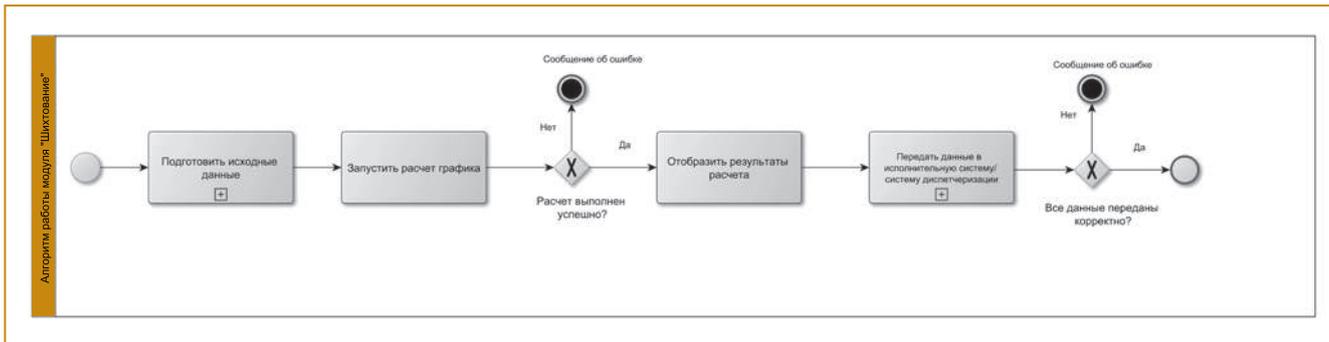


Рис. 2. Алгоритм работы модуля «Шихтование»

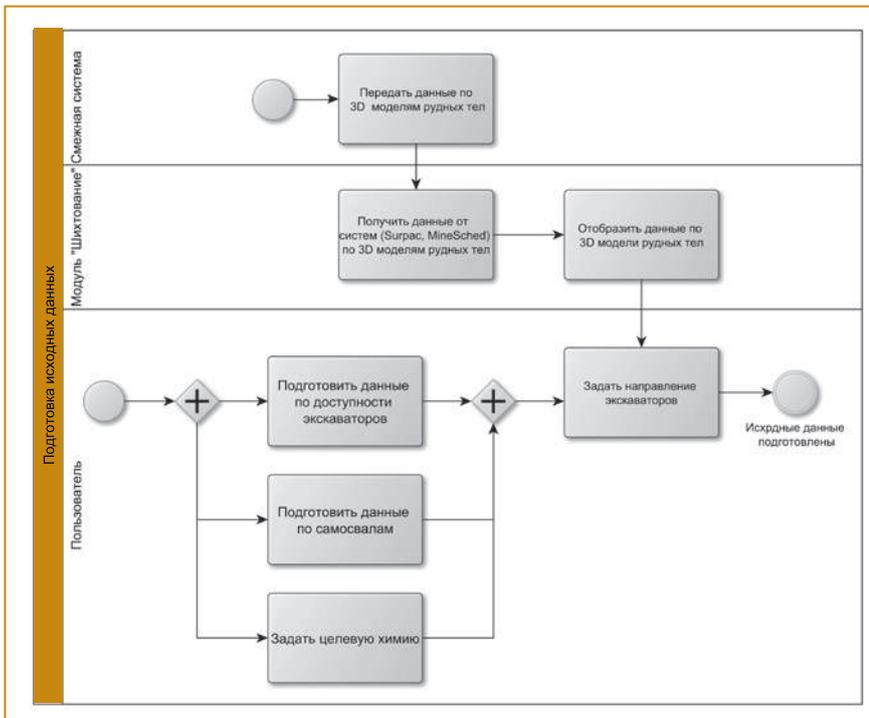


Рис. 3. Алгоритм работы модуля «Шихтование»: подготовка исходных данных

работ экскаваторов и транспортировки руды самосвалами необходимо подготовить исходные данные по доступности экскаваторов и самосвалов, направлению экскаваторов, целевой химии.

2) Запустить расчет графика – запуск оптимизатора для поиска оптимизированных маршрутов с горы на фабрику или склад.

3) Отобразить результаты расчета – отображение результатов расчета графика в случае найденных вариантов маршрутов, иначе пользователю отображается только текст ошибки.

4) Передать данные в исполнительную систему/ систему диспетчеризации – интеграция с системами, в которые передаются результаты расчета графика.

Алгоритм работы модуля «Шихтование». Подготовка исходных данных (рис. 3)

1) Пользователем вручную (или путем интеграции при наличии данных в смежных системах)

задаются исходные данные для расчета графика работ экскаваторов и транспортировки руды самосвалами.

2) Получить данные по 3D модели рудных тел от геоинформационных систем – данные по геомоделям должны быть обязательно получены путем интеграции или импортом.

3) Пользователем вручную задаются направления движения экскаваторов при выборке, с указанием добычи породы или вскрыши на картах, полученных из смежных систем.

Алгоритм работы модуля «Шихтование»: передача данных в исполнительную систему (рис. 4).

При положительном результате расчета графика информация в виде сменно-суточных заданий и отчетов передается в смежные системы. При любом исходе ин-

теграции смежная система должна вернуть ответ по результатам получения данных.

Модуль «Шихтования» обладает следующей функциональностью:

- загрузка геоданных по блокам добычи из геоинформационной системы;
- загрузка данных о доступности руды на буферных складах;
- формирование регламентов работ экскаваторов и самосвалов;
- разметка контуров блоков добычи;
- отображение размещения руды на буферных складах;
- отображение информации по выработке контуров и доставке руды за определенный период (горизонт планирования);
- работа с нормативно-справочной информацией (заполнение, редактирование справочников);

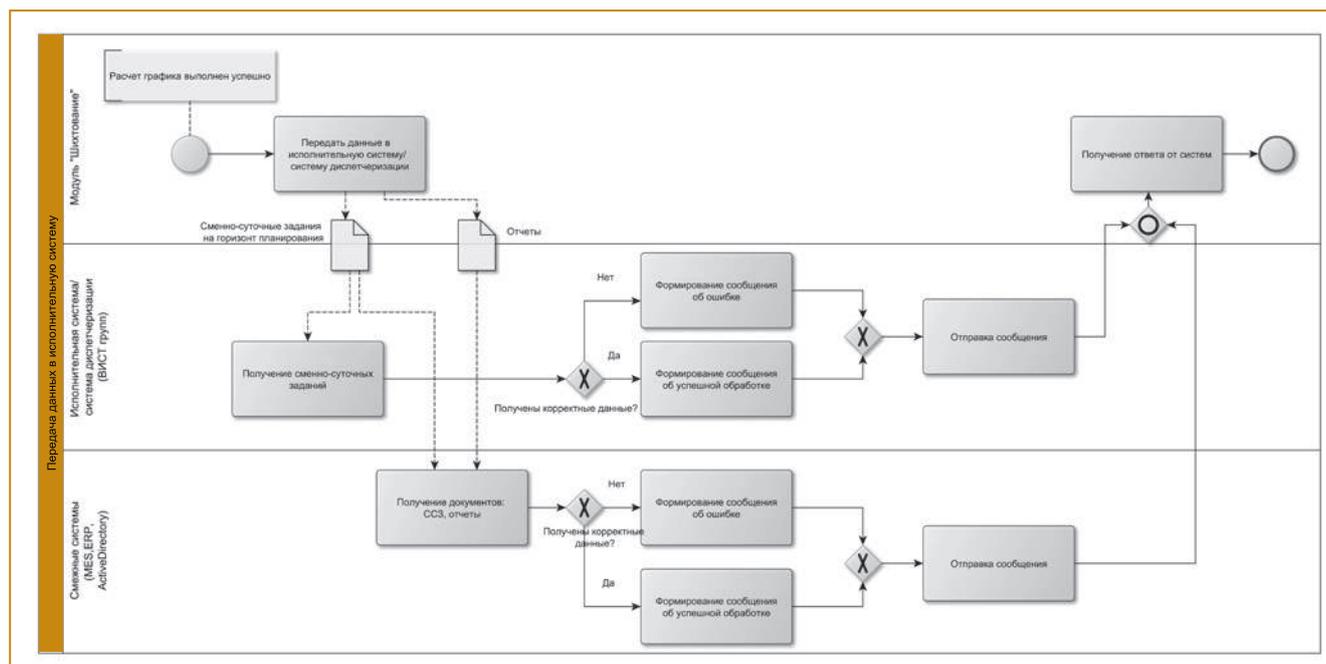


Рис. 4. Алгоритм работы модуля «Шихтование»: передача данных в исполнительную систему

- автоматизированное формирование плана добычи и транспортировки руды;
- автоматизированная подготовка информации и просмотр отчетов по согласованной форме.

Модуль шихтования планирует рудопотоки, обеспечивая требуемые целевые показатели качества с обеспечением минимальных пробегов самосвалов. Это ведет к снижению расхода горюче-смазочных материалов, износа шин и уменьшению амортизации самосвалов.

Для оперативного контроля фактического содержания полезных компонентов в потоке руды, поступающем на обогатительную фабрику, используется РФА анализатор (поточных анализаторов элементного состава). Данные РФА выводятся на экранную форму модуля «Шихтования» для визуального контроля и принятия оперативных управленческих решений в случае отклонения фактического содержания полезных компонентов от плановых. В результате проведения экспериментов и опытных работ на производстве была выявлена необходимость установки РФА анализаторов одновременно на нескольких переделах: на входе

обогащительной фабрики и на выходе материала после обогащения.

Таким образом, разработана система, обеспечивающая информационное сопровождение процессов добычи и транспортировки руды для автоматизированного шихтования при подаче руды на фабрику «с колес».

Система, состоящая из программного модуля «Шихтования» в совокупности с РФА анализом позволяет вести производственный процесс более эффективно, повышая коэффициент извлекаемости полезных ископаемых, сокращая операционные расходы на транспортировку и снижая потери полезных ископаемых в процессе обогащения. Например, организация усреднительного склада требует вложения значительных средств, а также занимает большую территорию. Внедрив систему, которая стоит в сотни раз меньше, чем строительство усреднительных складов, предприятие сможет получить прямую выгоду.

Отметим, что помимо программного и аппаратного комплекса для эффективной и точной работы системы шихтования и обогатительной фабрики требуется разработать и внедрить комплекс регламентов, который позволит эффективно управлять процессом.

Феофанов Константин Викторович — руководитель проектов (направление горнодобывающая и горно-обогатительная промышленность), **Макашов Павел Леонидович** - заместитель директора по ИТ компании «КОНСОМ ГРУПП»

Контактный телефон (3519) 27-23-88.

[Http:// konsom.ru](http://konsom.ru)