

ДОСТАВКА ПРОДУКЦИИ БОГУЧАНСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА НА КИТАЙСКИЙ РЫНОК КАК ЗАДАЧА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**В. Е. Кадников, О. В. Лескин, К. С. Чиркунов (Новосибирск)****Введение**

Экспертные оценки показывают возможность устойчивого роста спроса на алюминий на Мировом рынке в ближайшие десятилетия (в 2011 г. – на 8% по сравнению с 2010 г.) благодаря сохранению высоких темпов роста экономики в Китае и восстановлению спроса в США, Европе и Японии, потребление которого ожидается на уровне 43,8 млн т. При этом только в Китае рост потребления алюминия в 2011 г. может составить 12% и достигнуть 18,5 млн т в связи с увеличением нового строительства, обусловленного тенденцией к урбанизации страны. По прогнозу UC RUSAL, с 2011 г. Китай будет увеличивать объем импорта первичного алюминия, который достигнет 3–4 млн т к 2015 г.

Это говорит в пользу потенциальной привлекательности китайского рынка для отечественных производителей алюминия. Наиболее перспективным направлением считается Восточная Сибирь – Восточная Азия в свете строительства двух крупных заводов – Богучанского и Тайшетского.

В этой связи весьма актуальной и интересной представляется задача моделирования возможных путей доставки алюминия с этих заводов на китайский рынок, которая позволит наглядно проследить будущую загрузку участков железной дороги по перспективным направлениям и приблизительно оценить будущие транспортные затраты.

Отработка приемов моделирования осуществлялась на довольно условном примере: оценка возможных направлений транспортировки алюминия из региона Восточной Сибири (Богучанского алюминиевого завода) на территорию Китая (центры грузопоглощения – Шэньян и Шэньчжэнь).

1. Промышленные центры Китая

Город Шэньян считается весьма важным промышленным центром и большим транспортным узлом на северо-востоке Китая. Здесь развито многоотраслевое машиностроение, включающее в себя производство различного промышленного оборудования, уникальных транспортных средств, электротехнических моторов и т. п. Имеются предприятия цветной металлургии, химической, легкой и пищевой промышленности, развито производство резинотехнической продукции и стекла. Именно здесь расположен головной завод известной компании BrillianceChinaAuto.

Шэньчжэнь – центр мировой электроники, или "мировая кузница железа". В городе насчитывается более 120 тыс. предприятий различных категорий, в том числе 200 крупных. Основу экономики составляют предприятия, специализирующиеся на выпуске высокотехнологичной продукции и разработке новых высоких технологий. Именно их развитие стало фактором стабильного роста экономических показателей Шэньчжэня.

2. Имитационная модель

В качестве инструмента имитационного моделирования была выбрана среда AnyLogic. При описании модели использовались данные, представленные в табл. 1 и 2 (по материалам, размещенным на сайтах Министерства путей сообщения КНР и ОАО «РЖД», ЖелДорЭкспедиции РФ, официальном сайте Улан-Баторской железной дороги и др.).

Таблица 1

Эмпирические данные модели

Средняя скорость сухогруза, км/ч	13
Средняя скорость ж/д состава, км/ч	55
Цена перевозки одной тонны груза по железной дороге, руб./км:	
по территории России	5,8
по территории Монголии	5,8
по территории Китая	4,18
Цена перевозки одной тонны груза по территории Китая морем, руб./км	3,4
Общая масса ж/д состава (70 вагонов), т	2450
Общая масса сухогруза (340 контейнеров), т	7350

Таблица 2

Пути доставки

Наименование	Путь 1	Путь 2	Путь 3	Путь 4
Расстояние, км:				
по территории России	1687	2617	1687	2617
по территории Монголии	1111	–	1111	–
по территории Китая:	3190	1432	1375	5444
по суше	3190	1432	1375	2159
по морю	–	–	–	3285
Общая протяженность пути, км	5988	4049	4173	8061
Общее время пути, ч	~109	~74	~76	~340

Примечание. **Путь 1:** Богучаны–Тайшет–Улан-Удэ–Пекин–Шэньчжень (Шэньчжень1); **путь 2:** Богучаны–Тайшет–Чита–Шэньян (Шэньян1); **путь 3:** Богучаны–Тайшет–Улан-Удэ–Пекин–Шэньян (Шэньян2); **путь 4:** Богучаны–Тайшет–Чита–Шэньян–Далянь–Сянган–Шэньчжень (Шэньчжень2)

Транспортные издержки на доставку определялись по формуле

$$c_{transport} = \sum_{i \in P} m \cdot c_i \cdot l_i,$$

где m – масса перевозимого груза, т; c_i – цена перевозки одной тонны груза на один километр на участке пути i транспортом определенного вида; l_i – длина участка пути i , км.

Время доставки в оптимистичном случае (без учета времени загрузки) рассчитывалось по формуле

$$t_{transport} = \sum_{i \in P} \frac{l_i}{v_i}.$$

В модели время доставки рассчитывается как разность между моментом модельного времени, когда груз был доставлен в точку назначения, и моментом начала доставки, так как в пути возможны задержки, связанные с временем формирования состава (сухогруза), поиском места и ожиданием отгрузки в случае, когда логистические центры заполнены, и т.д.

Стоит сказать про путь доставки от Богучан до Тайшета. В модели предполагается использование железнодорожного транспорта – однако, строго говоря, железной дороги, соединяющей Тайшет и Богучанский алюминиевый завод, нет. Существует участок железной дороги, соединяющий пос. Карабула и ст. Решоты с выходом на Транссибирскую железнодорожную магистраль, но участка Карабула–Богучаны пока не существует. ОАО «РЖДСтрой» в 2008 году выиграло аукцион на право заключения государственного контракта в размере 5 млрд руб. на строительство железнодорожной ветки Карабула–Ярки в Красноярском крае, и дорога в настоящее время строится.

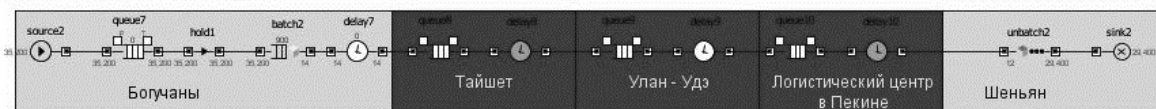
Достоинство построенной имитационной модели заключается в том, что она позволяет оперативно (в режиме «онлайн») предоставлять информацию по ключевым показателям – времени и стоимости доставки, эффективности логистических затрат – и отсекал непривлекательные пути доставки на их основе. В данном случае в процессе работы модель на основе накопленной статистики сама блокирует пути с наихудшими показателем эффективности логистических затрат.

Схема имитационной модели, построенной на базе дискретно-событийного подхода приведена на рисунке.

Путь: Богучаны-Шеньжень



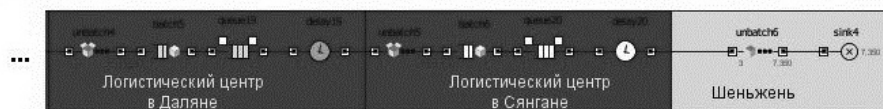
Путь: Богучаны-Шеньян



Путь: Богучаны-Шеньян



Путь: Богучаны-Шеньжень



Заключение

Построена имитационная модель, демонстрирующая различные варианты поставок продукции Богучанского алюминиевого завода на китайский рынок (в рамках таких крупных промышленных центров, как Шэньян и Шэньчжэнь). На стадии эксперимента были получены результаты, демонстрирующие возможности имитационного моделирования для решения задач подобного типа.

Моделирование показало, что полностью сухопутный путь через Улан-Удэ и Пекин для Шэньчжэня обеспечивает наименьшие удельные затраты (в расчете на тонну), в сравнении с другим вариантом (через Забайкальск и Далянь), подразумевающим использование дешевого сухогруза. Это связано с тем, что длина сухопутного пути не-

соизмеримо меньше, что обеспечивает экономическое преимущество. Морской путь доставки по времени значительно (в три раза) проигрывает сухопутному пути, однако он демонстрирует большую эффективность (почти в три раза) логистических затрат.

Что касается доставки алюминиевой продукции в Шэньян, то более привлекательна доставка через Читу и Забайкальск, однако разница с другим вариантом (через территорию Монголии) не является значительной.

Демонстрационный видеоролик с примером работы модели можно посмотреть по адресу: <http://www.youtube.com/watch?v=mRksOyS5Z-w>

Литература

1. В июне возобновится строительство Тайшетского алюминиевого завода // Новости информационной службы «Металлоснабжение и сбыт». Электронный ресурс <http://www.metallinfo.ru> [12.03.2011].
2. **Гаджинский А. М.** Логистика: Учебник для высших и средних специальных учебных заведений. 2-е изд- М.: Информационно-внедренческий центр "Маркетинг", 1999. – 228 с.
3. Финмаркет от 31.12.2010. Электронный ресурс <http://www.finmarket.ru> [11.03.2011].
4. **Карпов Ю.** Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 400 с.
5. Официальный сайт компании ОАО «РЖДСтрой». Электронный ресурс <http://www.rzdstroy.ru> [03.05.2011].
6. **Строгалев В. П., Толкачева И. О.** Имитационное моделирование. МГТУ им. Баумана. Ministry of Railways (China republic).Officialsite. Электронный ресурс <http://www.china-mor.gov.cn> [21.04.2011].
7. XJTechnologies. Имитационное моделирование для науки и бизнеса. Электронный ресурс <http://www.xjtek.ru> [04.05.2011].