

За 2016 год оценка эффективности снизилась до значения ниже нормы, тогда как в предыдущие годы исследуемого периода район показывал высокие результаты своей деятельности.

Таким образом, Вытегорский район нуждается в активизации имеющихся природных ресурсов для выравнивания уровня экономического развития, решения демографических и социальных проблем.

Сфера заготовки и переработки пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений является перспективной отраслью экономики. Ее развитие может породить мультипликативный эффект, стимулируя рост производства в смежных отраслях – пищевой, перерабатывающей промышленности и в агропромышленном комплексе, а также будет способствовать развитию самозанятости населения и привлечению в бюджет региона и муниципального района дополнительных налоговых поступлений.

Организационные риски представлены в таблице.

Маркетинговые риски связаны с возможным негативным влиянием рыночного окружения и концептуальными маркетинговыми просчетами проекта:

1. Выход на рынок новых игроков – вероятность данного риска существует, поскольку благоприятная рыночная конъюнктура будет привлекать на рынок новых игроков;

2. Переоценка спроса – вероятность низка, поскольку рынок далек от насыщения; необходима разработка маркетинговой стратегии;

3. Неэффективность программы продвижения – вероятность средняя, необходимы менеджеры, имеющие опыт продвижения на рынке; основным методом снижения данного риска является проведение дополнительных маркетинговых исследований;

4. Низкий уровень организации проекта – вероятность средняя, основным методом снижения данного риска является привлечение опытных специалистов для эффективного управления данным проектом.

Из всего вышесказанного можно определить степень риска, связанного с реализацией данного проекта, как среднюю.

Для реализации данного проекта необходимо привлечь инвесторов и активизировать местное общество для поддержки бизнеса.

УДК 519.876.5

Организационные риски проекта

Описание	Степень угрозы	Методы борьбы
Увеличение сроков реализации проекта по организационным причинам		
1. Сроки выхода на проектными мощностями могут увеличиться при несвоевременно закупленных и смонтированных сооружениях, затянутых строительных-монтажных работах	Вероятность данного риска находится в прямой зависимости от организационных усилий по реализации проекта	Минимизировать данную угрозу можно путем разработки подробного календарного плана и строгого следования правилам проект-менеджмента
Возникновение непредвиденных технических/технологических трудностей		
2. При реализации практически любого проекта есть вероятность появления непредвиденных проблем технического характера	Вероятность возникновения технологических сложностей не очень велика, поскольку техническая сторона проекта всегда детально прорабатывается	Минимизировать данную угрозу можно путем найма консультантов, специалистов высокого уровня
Нарушение договоренностей со стороны внешних участников проекта		
3. К данной группе относятся такие риски, как изменение условий поставки оборудования, условий финансирования и пр., которые могут привести к серьезным проблемам на стадии реализации проекта	Вероятность нарушения договоренностей со стороны внешних участников проекта высока	Для минимизации данных угроз необходимо четко прописывать обязательства сторон и юридически оформлять все договоренности

Литература

1. Муниципальная статистика: Вологодстат. URL: http://vologdastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/vologdastat/ru/municipal_statistics/
 2. Сыроежин И.М. Совершенствование системы показателей эффективности и качества М.: Экономика, 1980. 192 с.

И.В. Воронов, А.Л. Смылова

Череповецкий государственный университет

Имитационная модель процесса межцеховой транспортировки чугуна на металлургических предприятиях

На металлургических предприятиях существует проблема периодических сбоев поставок чугуна из доменного производства в сталеплавильное. Нередко

между двумя производствами – доменным (который производит чугун) и сталелитейным (который производит сталь) – расстояние достигает нескольких ки-

лометров. Температура и качество чугуна должны иметь требуемые значения. Его объемы должны удовлетворять требованиям сталеплавильни. В то же время поставки должны быть равномерными и постоянными. Как известно, доменное и конвертерное производства являются непрерывными процессами. Их остановка приравнивается к серьезной аварии.

Для транспортировки чугуна предприятия используют специальные агрегаты – миксеровозы. В них жидкий чугун может храниться до суток и потерять только несколько градусов своей температуры.

Миксеровозы перемещаются посредством тепловозов, которые двигаются по железнодорожным путям стандартного размера колеи. Важно учитывать, что из соображений техники безопасности один тепловоз одновременно может перемещать один миксеровоз. При этом в сталеплавильный цех можно отправлять только полностью груженный миксеровоз, а его скорость движения не должна превышать пяти километров в час.

Основными критериями оптимальной работы описанной логистической системы (при штатной работе всех агрегатов) считаются следующие условия. Во-первых, к воротам сталеплавильни груженный миксеровоз должен подъезжать каждые 40 мин. Во-вторых, под домами в момент выпуска чугуна всегда должны находиться порожние миксеровозы. Если нарушится первое условие, то один из конвертеров не получит сырья для работы и встанет из-за отсутствия материалов. Если нарушится второе условие, то случится авария и раскаленный чугун польется на железнодорожные пути. Налицо типичная логистическая задача. В системе есть доменные печи (создают чугун), поток материала (непосредственно чугун) и конвертеры (потребляют чугун).

Для решения подобных задач нередко используют теорию массового обслуживания. Система в рамках теории массового обслуживания представляется в виде «черного ящика» (модель «вход – выход») [4]. В данном же конкретном случае именно структура системы представляет наибольший интерес ввиду описанной выше конкретной структуры условий транспортировки чугуна.

В логистике широко применяются различные методы моделирования, т. е. исследования логистических систем и процессов путем построения и изучения их моделей (модель «вход – состояние – выход») [5].

Основная цель моделирования – прогноз поведения процесса или системы. При этом под логистической моделью понимается любой образ, абстрактный или материальный, логистического процесса или целой системы, используемый в качестве их заместителя. Подобие модели может быть полным или частичным.

При имитационном моделировании воспроизводится процесс функционирования системы во времени. Причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической

структуры и последовательности протекания во времени [3].

Имитационное моделирование обладает рядом преимуществ:

1. Универсальность, гарантирующая принципиальную возможность проведения анализа систем любой сложности с любой детализацией;

2. Возможность исследовать особенности процесса функционирования системы в любых условиях;

3. Применение ЭВМ существенно сокращает продолжительность испытаний по сравнению с натурным экспериментом;

4. Результаты натурных испытаний реальной системы или ее частей можно использовать для проведения имитационного моделирования;

5. Гибкость варьирования структуры, алгоритмов и параметров моделируемой системы при поиске оптимального варианта системы;

6. Для сложных систем – единственный практически реализуемый метод исследования процесса функционирования систем.

Для разработки имитационной ситуации и прогноза описываемой ситуации был использован пакет AnyLogic, разработанный российскими производителями. Система, построенная с помощью его инструментов, представлена на рис. 1. В ней описывается ситуация, при которой предприятие имеет четыре доменные печи, три конвертера, шестнадцать миксеровозов и десять тепловозов.

AnyLogic поддерживает дискретно-событийный (иначе – процессный), агентный подходы к моделированию, а также системную динамику [2]. Пример построения имитационной модели для решения проблем металлургической отрасли приведен в работе [1]. На первом этапе исследования сформулированной выше логистической проблемы применяется процессный подход. С помощью объектов Библиотеки моделирования процессов можно моделировать системы реального мира, динамика которых представляется как последовательность некоторых операций (прибытие, задержка, захват ресурса, разделение) над агентами.

Разработанная модель позволяет проводить различные эксперименты. Так, построив модель, представленную на рис. 1, можно смоделировать три режима.

Допустим, что в первом случае условия являются идеальными: работают все домны и все конвертеры. Предположим, что прогонка модели произойдет без сбоев.

Во втором случае предположим, что одна из печей встала на капитальный ремонт (для этого достаточно выделить элементы на схеме и снять флажок «Участствует в модели»), вследствие этого объемы чугуна резко упали. Предположим, что нарушится первый критерий оптимальности и произойдут сбои поставок.

В третьем случае, наоборот, выведем из строя один из конвертеров (для этого просто увеличим время в блоке Sliv). Предположим, что нарушится второй критерий оптимальности. Произойдет пере-

насыщение чугуна и резкое уменьшение порожних миксерозов. Графики результатов экспериментов представлены на рис. 2.

Работа с моделью позволяет прогнозировать состояние системы и заранее подготовиться к последствиям: подготовить запас чугуна перед воротами сталеплавильни в нескольких миксерозах; увели-

чить объем стального лома, который способен заменить чугун; остановить доменную печь и конвертер на ремонт одновременно и т.п.

Таким образом, имитационное моделирование позволяет заранее узнать результат тех или иных плановых работ или нововведений в доменном или конвертерном производстве.

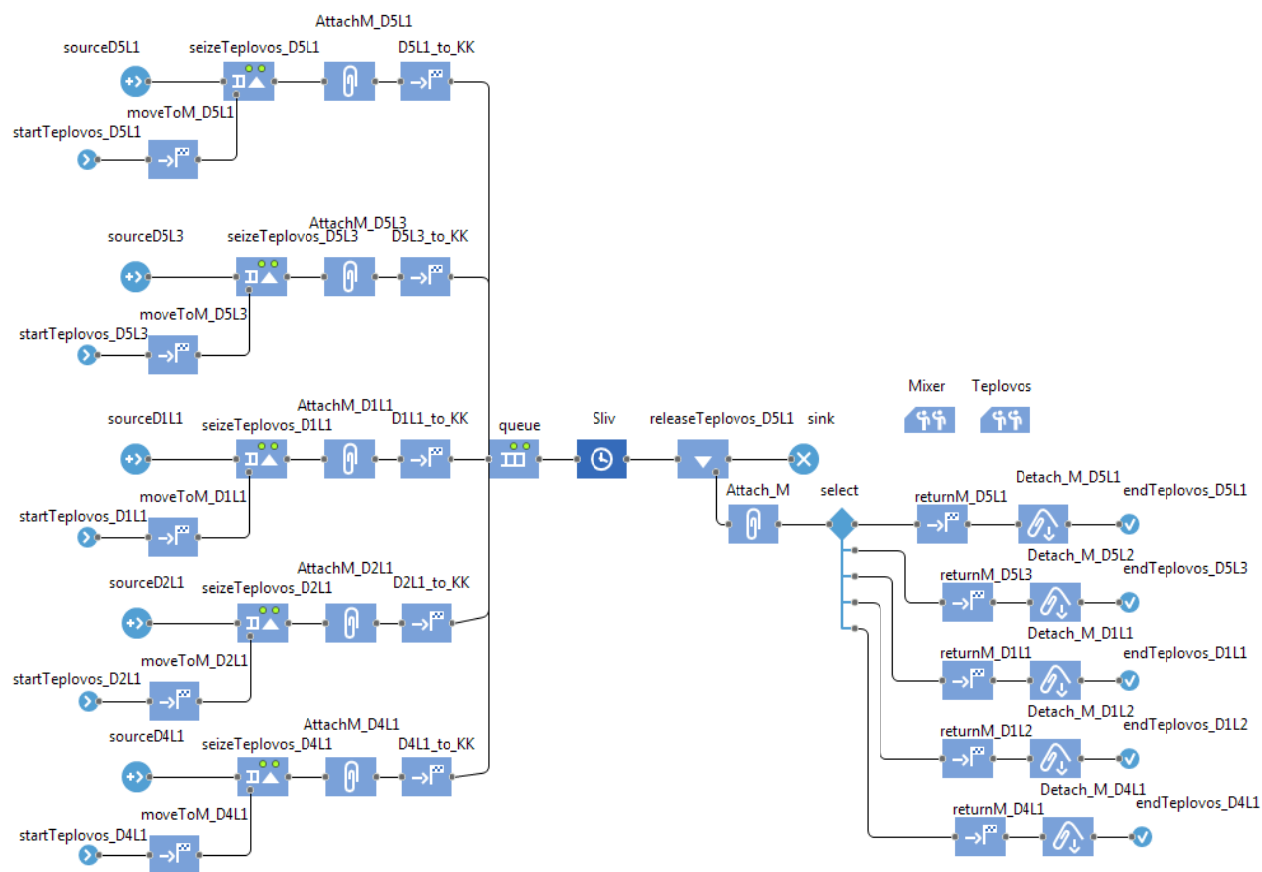


Рис. 1. Диаграмма процесса доставки чугуна в сталеплавильное производство

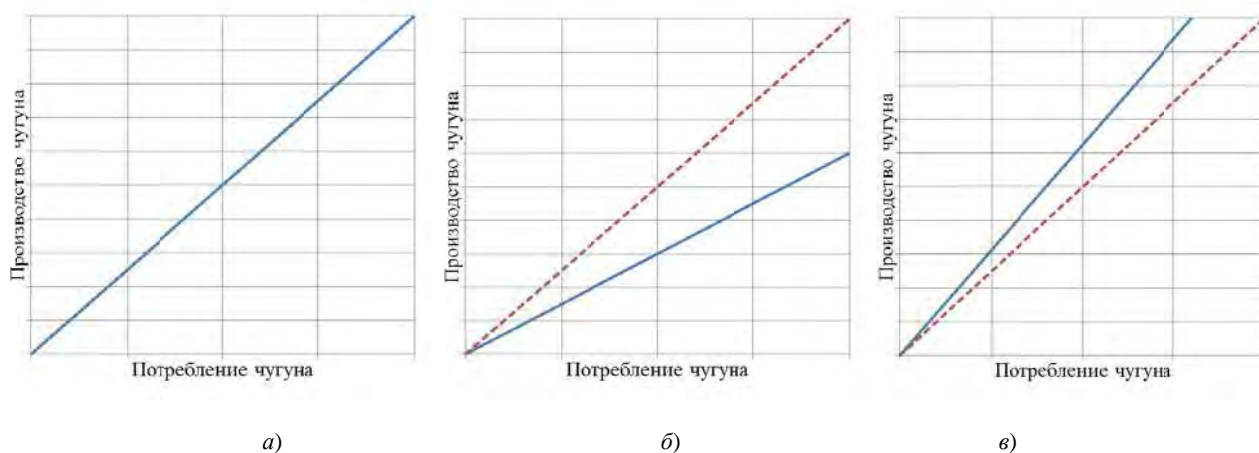


Рис. 2. Графики результатов экспериментов:
 а – штатная работа; б – не работает домна; в – не работает конвертер

Литература

1. Горчакова Д.А., Шабалов В.А. О применении имитационного моделирования для прогнозирования спроса на продукцию металлургической отрасли // Экономика и управление в XXI веке: наука и практика: Материалы V Междунар. науч.-практ. очно-заочной конф. (26–27 мая 2017 г.). Череповец, 2017. С. 108–116.
2. Григорьев И.И. AnyLogic за три дня: Практическое пособие по имитационному моделированию. 2017. 273 с. URL: <https://simulation.su/uploads/files/default/2017-uchposob-grigoriev-anylogic.pdf>

3. Зеленков А.В. Имитационное моделирование логистических систем. Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2016. 7 с.
4. Саакян Г.Р. Теория массового обслуживания. Шахты: Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса, 2006. 28 с.
5. Толуев Ю.И., Планковский С.И. Моделирование и симуляция логистических систем. Киев: Миллениум, 2009. 85 с.

УДК 001.89:004.94:669.1

Д.И. Габеляя, С.В. Рассказов

Череповецкий государственный университет

Применение метода расчета фазовых диаграмм CALPHAD для определения теплофизических параметров сталей и сплавов в зависимости от их состава и температуры

В большинстве случаев при разработке математических моделей тепловых процессов принимается допущение о том, что теплофизические свойства стали не зависят от температуры. При этом значения этих характеристик, как правило, принимаются постоянными для твердой и жидкой фаз. Там, где данные значения неизвестны, их определяют методом линейной интерполяции.

В тех случаях, когда необходимо построить модель, наиболее адекватную реальному объекту, пренебрегая продолжительностью вычислений, возникает необходимость использования в расчетах зависимостей теплофизических свойств от температуры. Однако здесь исследователи сталкиваются с существенными трудностями ввиду неопределенности подобных зависимостей в области высоких температур (>1000–1200 °С).

В справочниках [1] – [3] приводятся таблицы зависимостей свойств сталей от температуры в диапазоне 0–1000 °С (20–1000 °С). Экспериментальные данные [2], полученные при высоких температурах, встречаются крайне редко, так как они неизвестны, поскольку не определены.

В этом случае на помощь исследователям приходят расчетные методы определения свойств сталей, одним из которых является метод расчета фазовых диаграмм CALPHAD (от англ. Calculation of Phase Diagrams) [4].

Согласно [4], метод CALPHAD объединяет в себе все экспериментальные данные о фазовых равновесиях в системе и все термодинамические данные, полученные при проведении термохимических и теплофизических исследований. Набор термодинамических свойств каждой фазы описывается математической моделью, содержащей настраиваемые параметры. Параметры вычисляются оптимизацией – подгонкой модели под всю информацию, включая сосуществующие фазы. После этого возможен пересчет фазовой диаграммы и термодинамических свойств, составляющих систему фаз. Концепция метода CALPHAD состоит как в получении непротиво-

речивого описания фазовой диаграммы, так и в достоверном предсказании множества стабильных фаз и их термодинамических свойств в тех областях фазовой диаграммы, где отсутствует экспериментальная информация, а также метастабильных состояний путем моделирования фазовых превращений.

Известны программные продукты (FactSage, MTDATA, PANDAT, Thermo-Calc, JMatPro, OpenCalphad и др.), используемые и при проведении научных исследований, и на производстве. Применение этих программ позволяет существенно уменьшить временные и материальные затраты путем оптимизации экспериментальной работы в результате термодинамического прогнозирования поведения многокомпонентных систем (что было бы практически невозможно без подхода CALPHAD).

В ходе исследования возможностей перечисленных программных продуктов наш выбор пал на пакет JMatPro® [5], с помощью которого можно определять все основные свойства сталей во всех температурных интервалах, задаваясь конкретным химическим составом. При этом полученные расчетные данные можно сохранять в виде массивов значений коэффициентов теплоемкости, теплопроводности и других и использовать в других моделях, загружая их из файлов на стадии задания исходных параметров.

Разработчики пакета программ [5] не открывают для общего доступа расчетные зависимости, которые можно было бы использовать при разработке новых моделей. Несмотря на это, пакет является довольно мощным инструментом, позволяющим определять термодинамические характеристики для сталей и сплавов различного состава.

Недостатком пакета JMatPro® является длительность производства вычислений, так как во внимание принимаются не только основные фазы системы Fe–C, но и фазовые и структурные составляющие других элементов, входящих в состав сплава, их метастабильные фазы и пр. (см. рис. 1). Все это ограничивает возможности применения данных расчетных