

Д. А. ДЁМИН, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРА- ТЕГИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ

В статье проанализированы технологические аспекты критериев эффективности технического перевооружения, отражающие требования к качеству продукции, выпускаемой на новом оборудовании с помощью новых технологий. Такие аспекты являются частью мероприятий по управлению качеством отливок на этапе технического перевооружения производства. Показано, как может быть использован математический аппарат теории статистических игр для выбора оптимальных стратегий технического перевооружения в условиях освоения новых технологических процессов литейного производства

Ключевые слова: управление, техническое перевооружение, оптимальная стратегия

Введение. Выбор системы рациональных мероприятий по техническому перевооружению литейных цехов – сложная задача, решение которой должно предполагать, что на этапе перевооружения производственный процесс не должен прекращаться. Непрерывность многих технологических процессов литейного производства, являющихся частью общего производственного процесса изготовления отливок, является тем фактором, который усложняет проведение технического перевооружения, требующего соответствующего финансирования. Ситуация может еще более усугубляться тем, что в условиях борьбы за заказчика службы главного металлурга предприятий должны уметь быстро осваивать новые типы отливок, не входящих в базовую номенклатуру цеха. Естественно, что решение этих задач также предполагает дополнительные затраты и от того, насколько правильно выбран вариант реализации технологического процесса, зависит величина этих затрат. Следовательно, вопросы освоения новых видов отливок, т.е. реализация всего цикла от конструкторско-технологической подготовки производства до получения готовых отливок, должна рассматриваться как составная часть мероприятий по техническому перевооружению.

Анализ литературных данных и постановка задачи исследования. Существует множество подходов к оценке как эффективности технического перевооружения, так и к его организации, планированию и проведению. Иногда в качестве оценки эффективности предлагают выбирать экономию от снижения себестоимости продукции, материальных затрат и дополнительно получаемую прибыль. При этом средняя за какой-либо промежуток времени эффективность производства определяется на основании показателей: продолжительности периода до начала внедрения мероприятий, продолжительности деятельности предприятия в условиях реализации мер по его техническому развитию, средней эффективности по действующему предприятию до проведения мер, направленных на техническое развитие, эффективности мероприятий технического развития [1 – 5]. Зачастую решение вопросов о техническом перевооружении требует учета специфики отрасли [6 – 8] и увязывается с возможностями самого производства – как в плане проведения его своими силами, так и в плане возможностей обойтись без него, реализуя в максимальной степени ремонтный потенциал предприятия [9 – 10]. Последний может рассматриваться как фактор, обеспечивающий альтернативу техническому перевооружению на какой-то срок. Если мероприятие по техническому перевооружению выбирается как лучшее из

различных вариантов, то в качестве его эффективности могут быть использованы показатели минимума приведенных затрат или срока окупаемости капитальных вложений. В работах [11 – 14] предлагается при выборе комплекса мероприятий по техническому перевооружению устанавливать общий критерий эффективности, экстремум которого определяет оптимальный набор комплекса. Данный критерий учитывает эффективность внедрения набора мероприятий путём логического объединения частных критериев эффективности:

$$W = \prod W_i, \quad (1)$$

где i – номер частного критерия, соответствующий процедуре отбора мероприятий по требованиям к новому внедряемому оборудованию и технологиям.

Первым шагом задаются требования к качеству продукции, выпускаемой на новом оборудовании с помощью новых технологий. Формализация этих требований имеет вид:

$$W_1 = P(A_3 / A_1 A_2), \quad (2)$$

где $P(A_3 / A_1 A_2)$ – вероятность того, что качество продукции, выпускаемой после технического перевооружения, будет выпадать за пределы полей допуска при условии безотказной работы оборудования в момент его запуска и в заданном промежутке времени.

Вторым шагом задаются требования к обеспечению необходимой производительности:

$$W_2 = P(A_1)P(A_2 / A_1), \quad (3)$$

где $P(A_1)$ – вероятность работоспособного состояния внедряемого оборудования в момент пуска в эксплуатацию, $P(A_2 / A_1)$ – вероятность безотказной работы нового оборудования за заданный промежуток времени.

Третий частный критерий требует увеличения среднего времени безотказной работы оборудования и уменьшения среднего времени простоев. При этом предполагается, что за среднее время безотказной работы оборудование приносит доход CT , а за среднее время простоя производство несёт затраты Ct :

$$W_3 = \frac{\Phi}{T+t} [CT\Delta T - Ct\Delta t] - C_1 - C_2, \quad (4)$$

где ΔT – увеличение среднего времени безотказной работы оборудования после технического перевооружения, Δt – уменьшение среднего времени простоев, T – среднее время безотказной работы оборудования, t – среднее время простоев, C_1 – затраты на эксплуатацию, связанные с увеличением времени безотказной работы оборудования после технического перевооружения, C_2 – затраты, связанные с уменьшением времени простоев после технического перевооружения, Φ – фонд времени работы оборудования.

В случае, если предприятие получает заказ на освоение новых отливок, не входящих в базовую номенклатуру, вопрос конструкторско-технологической подготовки производства может рассматриваться как составная часть первого из названных частных критериев (2). При этом задача формулируется следующим образом: выбрать оптимальную стратегию освоения технологии новой отливки, обеспечивающую минимизацию локального критерия эффективности технического перевооружения вида (2).

Элементы теории статистических игр, используемые в задаче минимизации локального критерия эффективности технического перевооружения литейного цеха. Для решения сформулированной задачи предлагается использовать методы теории статистических игр [16 – 17]. При этом под стратегией природы следует понимать полную совокупность внешних условий – состояния природы \mathcal{S} , в которых специалисту, называемого далее статистиком, приходится принимать решения. Все множество таких состояний может быть обозначено как $\theta = (\mathcal{S}_1, \dots, \mathcal{S}_m)$. Если из существующего опыта известно

априорное распределение вероятностей $\xi(\vartheta)$ на пространстве состояний природы θ , то априорное распределение вероятностей $\xi(\vartheta)$ определяется как смешанная стратегия. Задача статистика заключается в том, чтобы принять какое-то решение из множества (a_1, a_2, \dots, a_i) . Каждое из этих действий представляет собой чистую стратегию статистика. Для оценки каждого из своих возможных действий статистик допускает, что совершая действие a , он может потерпеть убыток, оцениваемый функцией потерь $L(\vartheta, a)$

$$Q = [q_{ij}] = \begin{bmatrix} q_{11} \dots q_{1l} \\ \dots \dots \dots \\ q_{m1} \dots q_{ml} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где $q_{ij} = L(\vartheta_i, a_j)$

Если статистику известно априорное распределение вероятностей $\xi(\vartheta)$ на пространстве состояний природы θ , то могут быть рассчитаны средние потери статистика, являющиеся следствием выбранного им действия

$$L(\xi, a) = \sum_{\vartheta \in \theta} L(\vartheta, a) \xi(\vartheta) \quad (6)$$

Наилучшим для статистика действием является байесовское действие a^* , минимизирующее вероятные потери

$$R^*(\xi) = L(\xi, a^*) = \min_{a \in A} L(\xi, a) \quad (7)$$

При этом учитывается существование допустимой стратегии $\eta(a)$ – это означает, что нельзя найти ни одной стратегии $\eta'(a)$, лучшей, чем $\eta(a)$, т.е. не существует такой стратегии, для которой потери при её реализации меньше или равны, чем потери при реализации стратегии $\eta(a)$:

$$L(\vartheta, \eta') \leq L(\vartheta, \eta) \quad (8)$$

Допустимые стратегии можно определить из графика, отображающего S-игру: допустимыми являются стратегии, соответствующие нижней границе S-области, находящейся внутри границ:

$$S = \omega C_1 + (1 - \omega) C_2, \quad (9)$$

где ω изменяется в диапазоне: $0 \leq \omega \leq 1$, C_1, C_2, C_3 задают координаты точек, отражающих возможные потери в S-игре.

Если статистик определил для каждого исхода эксперимента $z \in Z$ решение $a = d(z)$, то при данном $\vartheta \in \theta$ ему будут соответствовать потери

$$L(\vartheta, a) = L[\vartheta, d(z)] = L_z(\vartheta, d) \quad (10)$$

Средние потери (функция риска) могут быть определены из соотношения

$$\rho(\vartheta, d) = \sum_z L_z(\vartheta, d) \rho_\vartheta(z) \quad (11)$$

Для выбора смешанных стратегий статистик должен использовать механизм случайного выбора, задающий распределение вероятностей $\eta(d)$ на пространстве D . Функция риска $\rho(\vartheta, \eta)$ при применении смешанной стратегии $\eta(d)$, может быть получена путем усреднения $\rho(\vartheta, d)$ по всем чистым стратегиям, входящим в данную смешанную стратегию:

$$\rho(\vartheta, \eta) = \sum_d \rho(\vartheta, d) \eta(d) \quad (12)$$

или с учётом (11)

$$\rho(\vartheta, \eta) = \sum_{z, d} L_z(\vartheta, d) \rho_\vartheta(z) \eta(d) \quad (13)$$

Как указано в работе [17], при выборе наилучшей стратегии в игре с единичным

экспериментом статистик исходит только из допустимых стратегий, которые определяются также, как и в играх без эксперимента. Введение же функции риска сводит игру с единичным экспериментом к форме, аналогичной игре без эксперимента. Именно поэтому все принципы выбора стратегии в игре без эксперимента остаются справедливыми и для игры с единичным экспериментом с той лишь разницей, что вместо минимизации средних потерь статистик должен минимизировать средний риск. Сущность минимакса в этом случае заключается в том, чтобы выбрать стратегию $\eta(d)$, при которой средний риск $\rho(\vartheta, \eta)$ при наихудшем для статистика состоянии природы был бы минимален. Таким образом, выбор минимаксной стратегии η^* производится из условия

$$\rho(\vartheta, \eta^*) = \min_{\eta} \max_{\vartheta} \rho(\vartheta, \eta) \quad (12)$$

Для применения байесовского принципа вводится понятие ожидаемого риска $\rho(\vartheta, \eta)$, представляющего собой средний риск с учетом всех возможных состояний природы $\vartheta \in \theta$ и априорного распределения вероятностей на пространстве θ . Учитывая то обстоятельство, что при использовании байесовского принципа статистик может ограничиться применением только чистых стратегий, ожидаемый риск составляет:

$$\rho(\xi, d) = \sum_{\vartheta} \rho(\vartheta, d) \xi(\vartheta) \quad (13)$$

При этом байесовский принцип требует применения такой решающей функции d^* , при которой ожидаемый риск будет минимальным [17]:

$$\rho^*(\xi) = \rho(\xi, d^*) = \min_{\xi} \rho(\xi, d) \quad (14)$$

Выбор оптимальной стратегии плавки в процессе технического перевооружения плавильного участка литейного цеха. За основу проведения исследований выбран чугунолитейный цех ОАО «Кременчугский завод дорожных машин», ориентированный на выпуск чугуна и стального литья для деталей автомобильной и дорожно-строительной техники. Плавильный участок базового цеха был оснащен двумя коксовыми вагранками производительностью 6 т/ч, электродуговой печью ДЧМ-10 ёмкостью 10 т и индукционной печью ИСТ-04. Плавка чугуна для заливки разовых песчаных форм проводилась дуплекс-процессом «вагранка – дуговая электропечь». На первом этапе технического перевооружения, описанного в работах [12 – 14, 18] был проведен демонтаж вагранок и установлены три индукционные печи ИСТ1-08М5. Технологический процесс плавки стал проводиться дуплекс процессом «дуговая электропечь-дуговая электропечь» (печь ДЧМ10 использовалась и как печь для плавки, как миксер-накопитель) или дуплекс процессом «дуговая электропечь-индукционная печь». В условиях ужесточения требований экологических служб г. Кременчуга (завод находится в центре города) перед предприятием встала задача проведения технического перевооружения в плавильном отделении, целью которого являлся демонтаж электродуговой печи-миксера ДЧМ10 и перевод технологического процесса на выплавку чугуна только в индукционных печах ИСТ1-08М5. Учитывая фактическую годовую потребность в металле (чугун и сталь для базовой номенклатуры отливок и отливок, изготавливаемых по кооперации), возникла необходимость установки дополнительного индукционного канального миксера ёмкостью 6 т. Таким образом, появилась возможность реализации для выплавки чугуна дуплекс-процесса «индукционная печь-индукционный канальный миксер». Такой подход обеспечил выполнение требований по экологической безопасности плавильного участка и создал предпосылки для повышения качества чугуна. Однако, учитывая то обстоятельство, что индукционная плавка требует наличия качественной шихты, предполагающей отсутствие в ней материалов с «наследственностью» – литейных и передельных доменных чугунов – встал вопрос о выборе оптимальной стратегии плавки. Ведь реализация мероприятий по замене технологического оборудования сразу потребовала решения комплекса вопросов,

связанных с организацией обеспечения процессов плавки шихтовыми материалами. Для решения этой задачи в рамках научно-технического сотрудничества ОАО Кременчугский завод дорожных машин» и ЧП «Технологический Центр» за период 2002 – 2004 гг. был решен ряд задач организационно-технического и технологического характера, направленных на разработку комплекса мероприятий, обеспечивающих минимизацию локального критерия эффективности технического перевооружения вида (2). Для этого были использованы описанные выше элементы теории статистических игр. Учитывая требования сохранения секретности коммерческой информации, связанной с конкретными данными по организационно-техническому и технологическому обеспечению процессов плавки в литейном цехе ОАО Кременчугский завод дорожных машин», ниже продемонстрирован только принцип решения сформулированной задачи. Этот принцип продемонстрирован на примере описанной в работе [17] задачи о технологической линии с использованием понятий литейного производства. Назван он условно «задача о выборе оптимальной стратегии плавки».

В литейный цех, ориентированный на выпуск стального и чугунного литья, поступает шихта двух типов – с низким и высоким содержанием вредных примесей – серы и фосфора. Опыт выплавки стали и чугуна в этом цехе показывает, что в среднем поступает 60% компонентов шихты с малым содержанием серы и фосфора и 40% - с большим содержанием серы и фосфора. Для использования шихты обоих типов предусмотрены 3 различных режима плавки, отличающихся способами проведения окислительного и восстановительного периодов (при выплавке стали), процессами десульфурации и дефосфорации (при выплавке стали и чугуна). Сущность и технологии процессов десульфурации и дефосфорации основаны на знании физико-химических процессов, протекающих в расплаве заключается в следующем. Сера образует с некоторыми металлами сульфиды, причем они могут иметь как неограниченную растворимость в железе, так и не растворяться в нем практически совсем. С железом сера образует сульфид FeS , имеющий неограниченную растворимость в железе.

Целью десульфурации является выведение серы из расплава в шлак. Это достигается за счет перехода серы из активной формы (растворимой в расплаве) в пассивную (мало- и нерастворимую).

При избытке окиси кальция и высокой температуре идет следующая реакция с сульфидом железа $FeS + CaO = CaS + FeO$. Сульфид кальция совершенно нерастворим в металле и выделяется полностью в шлак. При плавке стали данная реакция не может пройти полностью, так как в шлаке присутствует в значительном количестве закись железа, которая вступает в реакцию с сульфидом кальция как только его содержание в шлаке увеличивается. Поэтому при высоком содержании в шлаке закиси железа в нём может находиться только немного сульфида кальция. Содержание этого соединения в шлаке возрастает по мере увеличения основности шлака.

Углерод, кремний и алюминий в значительной степени уменьшают растворимость серы в железе, повышая, таким образом, активность серы к десульфурации. Десульфурацию чугуна можно осуществлять и марганцем, который также повышает активность серы к десульфурации ($FeS \rightarrow MnS$). Сульфид марганца при этом переходит в шлак. Развитие этой реакции в жидкой стали ограничено в силу того, что в сталях активность серы гораздо ниже, чем в чугунах и применение марганца для процесса десульфурации стали эффективно только в высокомарганцевых сталях (с содержанием в них марганца более 6%). Способом повышения эффективности процесса десульфурации стали является диффузионное раскисление при обработке белых шлаков порошками кокса и ферросилиция или введением в расплав плавикового шпата (CaF_2).

Фосфор в стали находится в виде фосфида железа, окисление которого проходит по реакции $2Fe_3P + 5FeO = P_2O_5 + 11Fe$. Образующееся в результате этой реакции соединение P_2O_5 нерастворимо в стали и переходит в шлак. Если в шлаке имеется в избытке свободная окись кальция, то в нем протекает реакция $P_2O_5 + 4CaO = Ca_4P_2O_9$. Образующееся в результате этой реакции соединение $Ca_4P_2O_9$ является очень прочным и удаляется путем скачивания шлака. Если в шлаке содержится много окиси кремния, то закись железа и окись кальция соединяются с ней как с более сильным кислотным окислом, а пятиокись фосфора остается в шлаке в свободном состоянии. При повышенной температуре пятиокись фосфора P_2O_5 восстанавливается углеродом, растворенном в стали, а образующийся в результате этого свободный фосфор вновь переходит в сталь $P_2O_5 + 5C = 2P + 5CO$.

Таким образом, основными мероприятиями по дефосфорации стали являются:

- формирование в шлаке и стали повышенного содержания закиси железа (для усиления окисления фосфора);
- формирование в стали повышенного содержания окиси кальция и незначительно содержания окиси кремния (для формирования в шлаке фосфата кальция);
- обеспечение невысокого содержания в стали углерода и марганца (с целью предотвращения восстановления фосфора из его соединений в шлаке);
- понижение температуры стали и шлака (для облегчения протекания реакции окисления фосфора и образования фосфата кальция);
- регулярное удаление шлака и наведение нового шлака (для предотвращения обратного перехода фосфора из шлака в сталь и для облегчения удаления пятиокиси фосфора в шлак).

Требуется определить оптимальную стратегию плавки, т. е. выбрать, какой из режимов плавки будет наилучшим при существующем обеспечении цеха шихтовыми материалами.

Затраты на плавку представляют собой суммарные затраты, складывающиеся из затрат на выбранный технологический режим плавки (включающих в себя, естественно, затраты на материалы) и затраты от потенциального брака отливок по причине высокого остаточного содержания серы и фосфора в сплаве вследствие неправильно выбранного режима плавки. Затраты пересчитаны в процент потерь, которые несет предприятие при выбранном режиме плавки. Процент потерь для различных режимов плавки, в зависимости от содержания вредных примесей в шихте, приведены в табл. 1. В табл. 1 приняты следующие обозначения: ϑ_1 - малое количество примесей, ϑ_2 - большое количество примесей, $\xi(\vartheta)$ - априорные вероятности состояний природы (т. е. вероятности поступления шихты с низким и высоким содержанием серы и фосфора по опыту плавки на данном предприятии), a_1, a_2, a_3 – режимы ведения плавки в зависимости от качества входной шихты, $L(\xi, a_i)$ - процент потерь при выбранном режиме плавки.

Таблица 1 – Априорные вероятности состояний природы и потери в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

ϑ	$\xi(\vartheta)$	A		
		a_1	a_2	a_3
ϑ_1	0,6	0	1	3
ϑ_2	0,4	5	3	2

В первую очередь определяем допустимые стратегии статистика (роль статистика в данной задаче играет технолог).

Для этого представляем матрицу игры в виде эквивалентной S-игры на основе таблицы исходных данных (матрицы игры) (рис. 1).

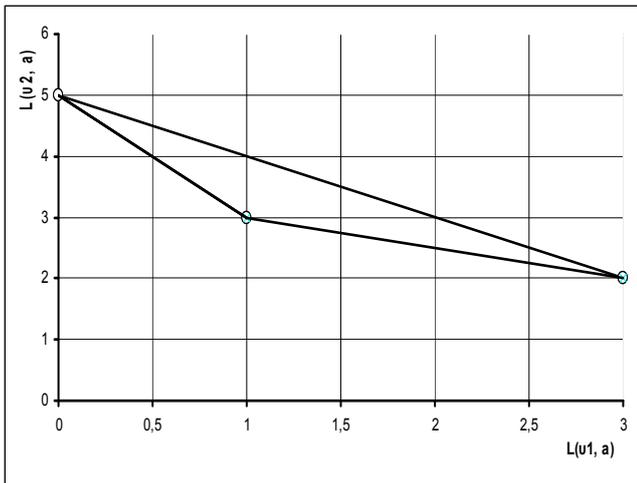


Рис. 1 – Представление S-игры в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

Определяем допустимые стратегии, для чего составляем уравнение вида (9) для нижней границы S-игры, состоящей из отрезков C1C2 и C2C3:

- для отрезка C1C2:

$$L(\vartheta_1, \eta) = 1 - \omega;$$

$$L(\vartheta_2, \eta) = 3 + 2\omega$$

- для отрезка C2C3:

$$L(\vartheta_1, \eta) = 3 - 2\omega;$$

$$L(\vartheta_2, \eta) = 2 + \omega$$

Для определения минимаксной стратегии строим зависимости $L(\vartheta, \eta)$ от величины ω , $0 \leq \omega \leq 1$ для обоих отрезков (рис. 1, 2).

Из полученных графиков определяем, что $\max_{\vartheta} L(\vartheta, \eta)$ соответствуют верхним частям графика (линия ϑ_2 на рис. 2 и линия абс от точки пересечения графиков на рис. 3). Сравниваем возможные потери. Минимум на отрезке C1C2 достигается при $\omega = 0$ и соответствует $L(\vartheta, \eta) = 3$, а минимум на отрезке C2C3 достигается при $\omega = 1/3$ и соответствует $L(\vartheta, \eta) = 7/3 < 3$. Следовательно, минимаксный принцип даёт оптимальную смешанную стратегию $\eta^* = (0, 1/3, 2/3)$.

Определяем оптимальную байесовскую стратегию.

Для допустимых стратегий, определяемых отрезком C1C2, имеем:

$$L(\xi, \eta) = 0,6 \cdot (1 - \omega) + 0,4 \cdot (3 + 2\omega), \text{ т.е.}$$

$$L(\xi, \eta) = 1,8 + 2,0\omega$$

Для допустимых стратегий, определяемых отрезком C2C3, имеем:

$$L(\xi, \eta) = 2,6 - 0,8\omega$$

Находим, при каком ω достигается минимум величины $L(\xi, \eta)$ для обоих отрезков:

- для отрезка C1C2, имеем: $\min_{\omega} L(\xi, \eta) = 1,8$ при $\omega = 0$, что соответствует оптимальной смешанной стратегии $\eta = (0, 1, 0)$;

- для отрезка C2C3, имеем: $\min_{\omega} L(\xi, \eta) = 1,8$ при $\omega = 1$, что соответствует той же самой оптимальной смешанной стратегии $\eta = (0, 1, 0)$.

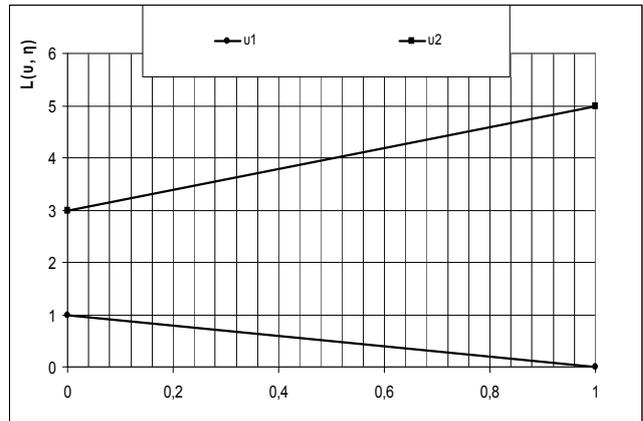


Рис. 2 – Определение оптимальной стратегии по принципу минимакса в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки (для отрезка C1C2)

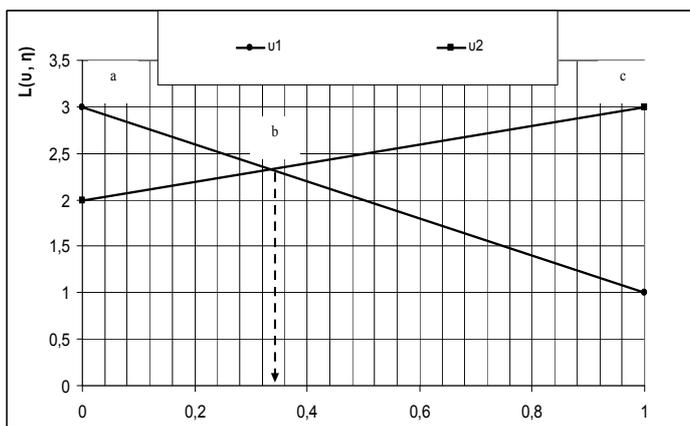


Рис. 3 – Определение оптимальной стратегии по принципу минимакса в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки (для отрезка С2С3)

Таким образом, делаем вывод о том, что байесовской стратегией является чистая стратегия а2. Это означает, что выбирая режим плавки а2, потери будут минимальными, независимо от того, какого качества шихта.

Для увеличения класса возможных стратегий статистика может провести дополнительный эксперимент, заключающийся в обработке данных серии плавки с целью определения более-менее точных данных о реальном качестве шихты.

При этом, возможны следующие результаты эксперимента: z1 – ниже допустимой нормы (можно считать, что вредные примеси отсутствуют), z2 - содержание серы и фосфора незначительно, z3 – содержание серы и фосфора высокое. Результат плавки показал, что вероятности названных состояний имеют вид, приведенный в табл. 2 (сумма значений в каждой строке таблицы должна быть равна 1, так как суммарная вероятность всех трех возможных состояний z1, z2 и z3 равна 100%).

Таблица 2. Пространство выборок результатов эксперимента в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

ϑ	$\xi(\vartheta)$	Z		
		z1	z2	z3
ϑ_1	0,6	0,6	0,25	0,15
ϑ_2	0,4	0,2	0,3	0,5

Для определения решающей функции и функции риска совмещаем две таблицы исходных данных – табл. 1, 2. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Потери и вероятности исходов эксперимента в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

ϑ	$\xi(\vartheta)$	A			$p_\vartheta(z)$		
		a1	a2	a3	z1	z2	z3
ϑ_1	0,6	0	1	3	0,6	0,25	0,15
ϑ_2	0,4	5	3	2	0,2	0,3	0,5

Так как пространство исходов эксперимента состоит из трёх элементов, решающая функция имеет вид:

$$d(z) = (a_i, a_j, a_k) = d_{ijk}$$

где a_i, a_j, a_k означают решения, которые должен принять статистик при исходах эксперимента z_1, z_2, z_3 соответственно. Например, решающая функция d_{122} означает, что при исходах эксперимента z_1, z_2 и z_3 статистик принимает решения a_1, a_2, a_2 соответственно. Значения функции риска, подсчитываемые по формулам (11) для каждой решающей функции, приведены в табл. 4. Получение данных этой таблице рассмотрим на примере вычисления $\rho(\vartheta, d_{122})$. Согласно формулам (11), имеем:

$$\begin{aligned} \rho(\vartheta, d_{122}) &= L_{z_1}(\vartheta, d_{122})\rho_\vartheta(z_1) + L_{z_2}(\vartheta, d_{122})\rho_\vartheta(z_2) + L_{z_3}(\vartheta, d_{122})\rho_\vartheta(z_3) = \\ &= L(\vartheta, a_1)\rho_\vartheta(z_1) + L(\vartheta, a_2)\rho_\vartheta(z_2) + L(\vartheta, a_2)\rho_\vartheta(z_3) \end{aligned}$$

Учитывая, что $\mathcal{G} = \mathcal{G}_1$
и $\mathcal{G} = \mathcal{G}_2$, получаем:

$$\rho(\mathcal{G}_1, d_{122}) = 0,4;$$

$$\rho(\mathcal{G}_2, d_{122}) = 3,4$$

Функция риска в виде S-игры показана на рис. 4. На основании полученных результатов расчетов (табл. 4) и рис. 4 может быть определена минимаксная стратегия и байесовская стратегия.

Минимаксная стратегия определяется, проводя необходимые геометрические построения – определяется точку S_0 пересечения луча, отложенного из начала координат под углом 45° и нижней границы S-игры, определяющей допустимые стратегии.

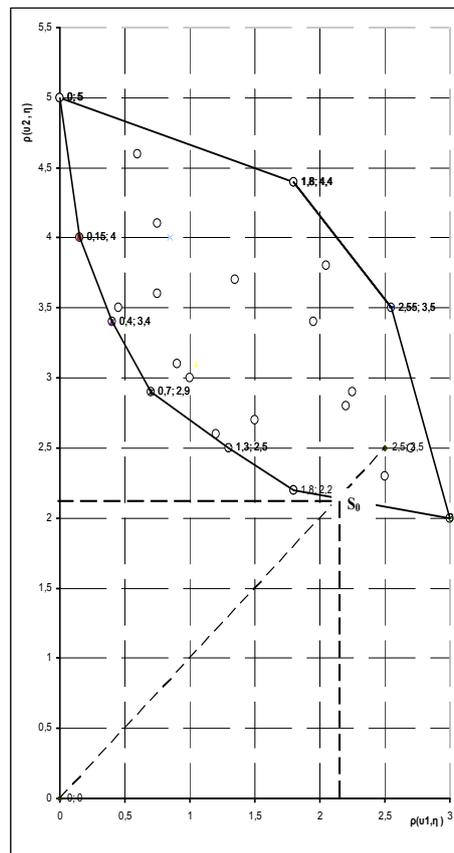


Рис. 4 – Функция риска в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

Таблица 4 – Значения функции риска $\rho(\mathcal{G}, d)$ в задаче о выборе оптимальной стратегии плавки

\mathcal{G}	d_{111}	d_{112}	d_{113}	d_{121}	d_{122}	d_{123}	d_{131}	d_{132}	d_{133}
\mathcal{G}_1	0,00	0,15	0,45	0,25	0,40	0,70	0,75	0,90	1,20
\mathcal{G}_2	5,00	4,00	3,50	4,40	3,40	2,90	4,10	3,10	2,60
Продолжение таблицы 3.4									
\mathcal{G}	d_{211}	d_{212}	d_{213}	d_{221}	d_{222}	d_{223}	d_{231}	d_{232}	d_{233}
\mathcal{G}_1	0,60	0,75	1,05	0,85	1,00	1,30	1,35	1,50	1,80
\mathcal{G}_2	4,60	3,60	3,10	4,00	3,00	2,50	3,70	2,70	2,20
Продолжение таблицы 3.4									
\mathcal{G}	d_{311}	d_{312}	d_{313}	d_{321}	d_{322}	d_{323}	d_{331}	d_{332}	d_{333}
\mathcal{G}_1	1,80	1,95	2,25	2,05	2,20	2,50	2,55	2,70	3,00
\mathcal{G}_2	4,40	3,40	2,90	3,80	2,80	2,30	3,50	2,50	2,00

Из полученного графика видно, что минимаксная стратегия, определяемая точкой S_0 с координатами $(30/14, 30/14)$, соответствует применению чистых стратегий d_{233} и d_{333} с вероятностями $10/14$ и $4/14$. Байесовской стратегией будет стратегия d_{123} .

Выводы. Решение задач освоивания новых типов отливок, не входящих в базовую номенклатуру цеха, должно рассматриваться как часть комплекса мероприятий по проведению технического перевооружения в литейных цехах. При этом должен учитываться весь цикл – от конструкторско-технологической подготовки производства до получения готовых отливок, а качество самой конструкторско-технологической подготовки производства является тем фактором, который формирует один из локальных критериев эффективности технического перевооружения. Задача при таком рассмотрении может

формулироваться следующим образом: выбрать оптимальную стратегию освоения технологии новой отливки, обеспечивающую минимизацию локального критерия эффективности технического перевооружения. Такой критерий отражает требования к качеству продукции, выпускаемой на новом оборудовании с помощью новых технологий.

Применение теории статистических игр является эффективным инструментом в решении задач оптимального планирования мероприятий по освоению новых технологических процессов. В рамках проведения технического перевооружения литейных цехов это позволяет решать комплекс задач организационно-технического и технологического характера.

Список литературы: 1. *Муравьев, А. И.* Планирование технического развития объединения / *А. И. Муравьев*. – М.: Экономика. – 1986. – 64 с. 2. *Макаров, Ф. В.* Пути совершенствования планирования новой техники / *Ф. В. Макаров*. – В кн.: Вопросы совершенствования управления общественным производством. – Саратов. – 1981. – 180 с. 3. *Мерешко, В. Л.* Совершенствование методов планирования создания и внедрения новой техники / *В. Л. Мерешко, В. М. Горленко, А. И. Щетинин*. – В кн.: Хозяйственный механизм и управление научно-техническим прогрессом. – М.: Экономика. – 1981. 4. *Парфентьева, А. В.* Влияние технического перевооружения предприятий на их конечные результаты / *А. В. Парфентьева*. – В кн.: Повышение уровня управления и организация экономической работы. – Кишинев. – 1981. 5. *Семянко, А. Г.* Системный подход к обоснованию технического перевооружения промышленных предприятий / *А. Г. Семянко* // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2010. – №7-9(30). – С.234-240. 6. *Леонтьев, В. С.* Методология модернизации и технического перевооружения ректификационных комплексов нефтехимических предприятий / *В. С. Леонтьев, Ю. В. Шариков* // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 1. – с.187-199. 7. *Назикова, Ж. А.* Экономические аспекты технического перевооружения и реконструкции предприятий железнодорожного транспорта Казахстана (на материалах АО «Национальная компания «Қазақстан темір жолы»») [Текст] : автореф. дис. ... канд. экон. наук / *Ж. А. Назикова*. — М., 2009. — 24 с. 8. *Пономаренко, О. И.* Оптимизация технологических решений в условиях работы литейных цехов [Текст] / *О. И. Пономаренко*. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 320 с. 9. *Черников, Ю. В. и др.* Организация ремонта оборудования в черной металлургии / *Ю. В. Черников, А. Н. Тищенко, А. С. Малкин*. – К.: Техника. – 1989. – 174с. 10. *Драченко, В. А.* Экономика ремонта карьерного оборудования / *В. А. Драченко, Н. Г. Колобердян*. – К.: Техника. – 1974. – 96с. 11. *Черпаков, Б. И.* Эксплуатация автоматических линий. – М.: Машиностроение. – 1990. – 304с. 12. *Демина, Е. Б.* Метод определения годовых затрат от простоев оборудования [Текст] / *Е. Б. Демина* // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. — 1999. — Выпуск № 58. — С. 11—12. 13. *Демина, Е. Б.* Анализ динамики времени работы и простоев оборудования машиностроительного предприятия [Текст] / *Е. Б. Демина* // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. — 1999. - Выпуск № 66. — С. 13 — 15. 14. *Демина, Е. Б.* Формирование критерия целесообразности технического перевооружения промышленного производства [Текст] / *Е. Б. Демина* // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Технический прогресс и эффективность производства. — 1999. — Выпуск № 95. 15. *Чернов, Г.* Элементарная теория статистических решений / *Г. Чернов, Л. Мозес*. – М.: Советское радио. – 1962. 16. *Башаринов, А. Е.*, Методы статистического последовательного анализа и их приложения / *А. Е. Башаринов, Б. С. Флейшман*. – М.: Советское радио, 1962. 17. *Коршунов, Ю. М.* Математические основы кибернетики [Текст] / *Ю. М. Коршунов*. – М.: Энергия, 1980. – 424с. 18. Производственно-технологическая комплектация литейных цехов [Текст] : справочное пособие / *Д. А. Демин, Е. Б. Демина, О.В. Акимов и др.; под общ. ред. Д. А. Демина*. – Х.: Технологический Центр, 2012. – 320 с., ил.

Поступила в редколлегию 25.12.2013

УДК 658.5:681.5

Управление качеством в литейном производстве: технологические аспекты в выборе оптимальных стратегий технического перевооружения / Д. А. Демин // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 7 (1050). – С.42-52. – Бібліогр.: 18 назв. ISSN 2079-5459

У статті проаналізовано технологічні аспекти критеріїв ефективності технічного переозброєння, що відображають вимоги до якості продукції, яка випускається на новому обладнанні за допомогою

нових технологій. Такі аспекти є частиною заходів щодо управління якістю виливків на етапі технічного переозброєння виробництва. Показано, як може бути використаний математичний апарат теорії статистичних ігор для вибору оптимальних стратегій технічного переозброєння в умовах освоєння нових технологічних процесів ливарного виробництва

Ключові слова: управління, технічне переозброєння, оптимальна стратегія

Quality Control at foundries technological aspects in selection of optimal strategies for technical reequipment / D. A. Demin // Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 7 (1050).- P.42-52. Bibliogr.:18. ISSN 2079-5459

The paper analyzes the technological aspects of the performance criteria of technical re- reflect the requirements of the quality of products produced by the new equipment with the help of new technologies. These aspects are part of the quality management activities castings step modernization of manufacture. Shown , can be used as the mathematical apparatus of statistical games to select optimal strategies in terms of technical re- development of new technological processes of foundry

Keywords: management , technical re-equipment , the optimal strategy

УДК 004.75

И. В. ЛЕВЫКИН, канд. техн. наук, доц., ХНУРЭ, Харьков;

Е. С. АНДРОНОВА, студент, ХНУРЭ, Харьков

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УДАЛЕННЫХ ИЗДАТЕЛЬСКИХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛИЗАЦИЕЙ OVIRT

Предложено решение основных проблем удаленных издательских систем с помощью системы управления виртуализацией oVirt и систем доставки приложений на удаленные системы. Также было проведено сравнение производительности системы на физическом и облачном серверах.

Ключевые слова: облачные технологии, удаленные издательские системы, виртуализация, удаленный рабочий стол.

Введение. В настоящее время с развитием информационных технологий все более развиваются удаленные компьютеризированные настольные издательские системы - так называемые «онлайн полиграфии», которые позволяют клиентам сделать заказ на производство продукции, не выходя из дома. К таким системам относится система Web-to-Print. Среди преимуществ использования системы Web-to-print — возможность для типографий, дизайнеров, корпоративных клиентов и широкой публики иметь доступ к частному или публичному каталогу шаблонов, изменения в котором можно вносить вплоть до начала печати. Такие системы малозатратны для клиентов и экономят рабочее время типографиям. К недостаткам этой системы можно отнести тот факт, что типографии и рекламные агентства сегмента малого и среднего бизнеса ограничены в доступе к решениям на базе серверного программного обеспечения, предоставляющего клиентам сервис Web-to-print.

Цель работы. Целью работы является реализация задач удаленных издательских систем с помощью системы управления виртуализацией oVirt.

Методика экспериментов. Выбор инструментальных средств для реализации задач удаленных издательских систем исходил из анализа основных недостатков данных систем. Было представлено описание системы с точки зрения клиента и исполнителя. Анализ эффективности решения проводился с помощью сравнения производительности системы на физических и облачных серверах.

Обсуждение результатов. Были выделены основные недостатки удаленных издательских систем, такие как:

- для полноценной реализации данного сервиса необходим постоянный контроль исполнителей над заказами;

© И. В. ЛЕВЫКИН, Е. С. АНДРОНОВА, 2014