

ш 86708

Московский Государственный технический университет

На правах рукописи

ПОРОХНЯ Василий Михайлович

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ ГИБКОГО
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТНОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ И
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ИНФОРМАЦИЕЙ

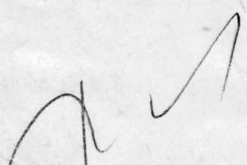
05.16.04 - Литейное производство

АВТОРЕФЕРАТ

ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Москва 1992



Работа выполнена в Павлодарском проектно-конструкторском институте автоматизированных систем управления и Павлодарском индустриальном институте.

Официальные оппоненты: - доктор технических наук, профессор
Неуструев А.А.
доктор технических наук, профессор
Жуковский С.С.
доктор технических наук, профессор
Коростелев В.Ф.

Ведущее предприятие : - НИИТавтопром, Москва

Защита диссертации состоится "9" 12 1992 г.

на заседании специализированного Совета Д 053.15.05 Московского
ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Кра-
сного знамени

мана по ад'

С дис

Ваш с

тью, прос

Ученый сен
Совета, к.

Э. Бау-

Баума-

печа-

2 г.

Семенов

Ш 86 208

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ.

Литейное производство, как объект создания ГАП, является сложной многогранной задачей для проектировщиков и специалистов в области автоматизации литейных процессов, которая должна решаться планомерно и в определенной перспективе.

В настоящее время литейные цехи машиностроительных производств располагают значительным опытом создания и внедрения автоматизированных систем различных концепций. К ним можно отнести АСУ ТП, САПР, АСУ ОТ, ИАСУ и т.д. Существующие наработки создали реальные предпосылки внедрения гибких автоматизированных литейных производств (ГАЛП), разработки которых находятся в опытно-промышленной стадии.

К сожалению, как и вопросы создания АСУ ТП, САПР литейных цехов, так и вопросы разработки ГАЛП, управления ими до сих пор не обрели стройную системную основу. Нет теоретических основ построения ГАЛП, автоматизированного управления группой ГАП, создания интегрированных систем управления ГАЛП, без которых не могут вестись работы в этой области.

В данной работе автор, используя опыт многолетней работы по проектированию и внедрению вычислительной техники на различных предприятиях, приводит труд, направленный на решение сложной проблемы – создания методологических и теоретических основ построения интегрированной системы управления ГАЛП (ИСУ ГАЛП).

Настоящая работа выполнена в соответствии с Постановлениями Совета Министров за N 725 от 7.08.1982 и N 526 от 31.05.84гг

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ. Объектом настоящего исследования являются технологические системы (ТХС) управления процессами плавки, смешивания, смешерасдачи, формообразования, термообработки и технические системы (ТНС), образующие интегрированную систему гибкого автоматизированного литейного производства (ГАЛП).

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1086708

Порохня В.М. Теория и пра

М ВТУ
им. Н.Э. Ба
БИБЛИОТ

ЦЕЛЬЮ РАБОТЫ является повышение эффективности литейного производства на основе создания интегрированной системы принятия организационно - производственных решений, методов технической, организационной и общественной диагностики производства отливок, новых технических средств автоматизированного контроля ТХС и перестройки организационной структуры литейных цехов при проектировании, перевооружении и их реконструкции.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ. При проведении исследований использовались методы теории принятия решений, теории оптимального управления, теории сложных и терминальных систем, теории моделирования и статистических решений, которые легли в теоретические основы построения интегрированной системы.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА диссертации состоит из разработки теоретических основ интеграции автоматизированных систем принятия решений и управления литейным цехом, представляющих собой сложную кибернетическую систему многосвязных гибких автоматизированных литейных производств с комплексом математических моделей, идентифицирующих детерминированно - стохастические связи динамических систем на основе образования технической, организационной и общественной диагностик с поиском оптимальных границ свершения событий технологических процессов производства отливок и создания гаммы автоматизированных микропроцессорных систем контроля литейных технологий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ РАБОТЫ.

Изложенные методы построения интегрированных систем управления гибким автоматизированным литейным производством микропроцессорные системы контроля технологических параметров нашли применение в проектах ПКИ АСУ (г. Павлодар), ОКБ "Роботы" (г. Волгоград), НПО "Темп" (г. Москва), НПО "Волга" (г. Казань), внедрение которых позволяет повысить эффективность производства за счет повышения производительности труда.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.

Под руководством Порохни В.М. были выполнены работы, обеспечивающие внедрение подсистем интегрированной системы и установок контроля параметров технологического процесса литья на ряде заводов Минсельхозтрактомаша.

Основные результаты работы были доложены и обсуждены на Всесоюзной научно - технической конференции "Создание комплексных систем управления на предприятиях машиностроения с использованием ЗВМ" (г. Омск, 1979 г.), Всесоюзной научно - технической конференции "АСУ ТП в машиностроении" (г. Павлодар, 1977 г.), Всесоюзной научно - технической конференции "Опыт разработки и внедрения АСУ" (г. Фрунзе, 1980 г.), Всесоюзном семинаре на ВДНХ СССР "Средства контроля и измерения температурных режимов и технологических процессов" (г. Москва, 1981 г.), Всесоюзном научно - техническом семинаре "АСУ ТП дискретных производств" (г. Пермь, 1984 г.), Всесоюзной конференции "Интегрированные АСУ предприятиями" (г. Новосибирск, СО АН СССР, 1985 г.), республиканской научно - технической конференции "Пути интенсификации технического перевооружения литейного производства и задачи повышения качества и снижения металлоемкости" (г. Ташкент, 1987 г.), краевом научно - техническом совещании "Повышение производительности труда, экономия материальных и энергетических ресурсов в литейном производстве" (г. Барнаул, 1986 г.), Всесоюзной научно - технической конференции "Состояние и перспективы развития высокопроизводительного литейного оборудования" (г. Москва, 1988 г.), Всесоюзной научно - технической конференции "Прогрессивная технология, автоматизация и применение ЗВМ в литейном производстве" (г. Алма - Ата, 1987 г.), семинарах кафедры "МТ-5" МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1988, 1991 гг.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ.

Результаты исследований внедрены в разработанных АСУ ТП лабораторно - производственного комплекса литейного цеха ПО ПТЗ, системе управления организационно - производственными процессами ПО "Ростсельмаш", системе управления загрузкой автоматических

литейных линий ПКИ АСУ (г. Павлодар), и тиражированы в проектах ОКБ "Роботы", НПО "Темп", НПО "Волга", ПКИ АСУ.

Использование материалов диссертации позволило получить более 100 тыс. руб. экономического эффекта на одну систему. На ВДНХ СССР за настоящую работу автору присвоена бронзовая медаль.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 45 работ, в том числе 1 монография, 4 изобретения.

Объем работы. Диссертация изложена на 199 страницах, включает 53 иллюстраций, состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

В первой главе приведен анализ существующих разработок автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) литейного производства: АСУТП плавки и шихтоприготовления, АСУТП автоматических литейных линий, АСУТП смесеприготовления, АСУТП смесераспределения, АСУ литейным производством станкозаводом. В результате установлено, что ведущую роль в создании подобных систем играют задачи идентификации и оптимизации технологических процессов, а также технические средства, обеспечивающие измерение и контроль технологических параметров. В связи с этим рассмотрены вопросы математической формализации плавильных, смесеприготовительных, смесераспределительных, смесерегенерационных процессов. При планировании и управлении литейным производством использован метод динамического программирования, заключающийся в последовательном варьировании совокупностью переменных технологического процесса в целях принятия решений на каждой его стадии: плавки, смесериготовления, стержнеобразования, формообразования, обрубки и очистки отливок, термообработки и обеспечивающий из множества вариантов возможного протекания процесса один, соответствующий выбору минимума затрат на энергетические и материальные ресурсы.

Литейное производство, содержащее разнотипные технологии не располагает стройным теоретическим осмыслением вопросов интеграции организационно - производственных процессов, являющихся

структуро - образующей основой автоматизированной гибкой системы управления цехом, требует создания совершенной детерминированно-статистической модели, обеспечивающей принятие технологических, технических, организационных и общественных решений. Поэтому, разработки систем управления технологическими процессами не получили широкого распространения в литейном производстве из-за малой надежности управляющих технических средств, отсутствия широкой номенклатуры контрольно - измерительной аппаратуры и адекватной процессу математической модели. Из этого следует, что задача создания интегрированной системы управления литейным цехом является злободневной и актуальной и призвана решить проблему теоретического осмысления организационно - технологических процессов в рамках из комплексной увязки с последующей классификацией совокупности функционально - структурных систем: принятия решений, моделирования литейного производства, робототехнической, конструкторско - технической САПР, АСУТП, АСУ организационно - технологическими процессами.

Во второй главе осуществлена разработка микропроцессорных систем измерения и контроля плавильных процессов, смешеприготовления и формообразования.

В микропроцессорной системе управления плавкой использованы разработанные математические модели прогнозирования процентной концентрации углерода в период окисления металла, его температуры по ходу технологического процесса, полученных на основе динамических материального и топливного балансов. Тепловой баланс учитывает приход и расход тепла от внешних и внутренних источников и его потери

$$V_t = 0.001 + 0.000012 P_{\text{а}} + 0.08 V_r + 0.8 V_{\text{о.о.}} + 0.009 J_{\text{о}}$$

2

где V_t - изменение температуры, градС/сек;

$P_{\text{а}}$ - активная мощность установки, кВт;

V_r - расход уходящих газов;

$V_{\text{о.о.}}$ - расход охлаждающей воды;

$J_{\text{о}}$ - интенсивность расхода кислорода, м³/с.

2

Для обеспечения адекватности моделей процессу применили алгоритм адаптивной идентификации, который позволяет уточнить начальные оценки за N тактов обучения и слежения за изменяющимися параметрами объекта.

На основе полученных моделей разработана автоматизированная система управления электроплавкой, которая позволила осуществить принятие решений, направленных на выбор рациональных режимов технологического процесса. Начиная с 1980 г., внедрение и тиражирование системы производится на заводах Минсельхозмаш, с получением значительного экономического эффекта, (в среднем более 100 тыс. руб за одну внедренную систему).

Моделирование изменения свойств формовочной смеси и контроль параметров смесеприготовления послужили первоосновой создания микропроцессорной системы. Учитывая то, что контроль процессов смесеприготовления в настоящее время ведется не экспрессным методом, нами была разработана установка измерения свойств смеси: поверхностной прочности, прочностей на разрыв и сжатие, температуры, влажности, газопроницаемости, удельной плотности. Время измерения и получения результатов на дисплее - до 1 мин. Микропроцессорная система выполнена на микропроцессоре КР 580 ВМ 80А, выполняет обработку информации, полученной из измерительного устройства, в соответствии с программой, заложенной в постоянно - запоминающем устройстве, собранном на микросхеме К 573 РФ 2.

Алгоритм обработки предусматривает накопление данных измерений, их адаптацию и выдачу информации по корректировке процессов смесеприготовления.

Как известно, стабильность свойств приготавливаемых формовочных смесей зависит от состава освежающих добавок и влаги, вводимых для восстановления свойств горелой смеси. Для того, чтобы учесть степень потери свойств смеси, разработано устройство автоматического контроля глины активной в формовочной смеси, в микропроцессорную систему которого заложена полученная экспериментальным путем модель, учитывающая зависимость между глиной активной (G_a) и электропроводностью (I) активированной дистиллированной водой смеси

Г_а = 5.4 ± J - 36

Датчик измерения глины активной конструктивно выполнен в виде взаимоиisolированных друг от друга чувствительных элементов, которые позволяют измерять реактивную составляющую комплексной диэлектрической проницаемости, характеризующей проводимость раствора.

Возможность изготовления форм широкой номенклатуры с различной металлоемкостью и оптимальной степенью уплотнения смеси заключается в решении задач автоматического дозирования смеси в полуформы в зависимости от геометрических параметров модели и регулирования усилия прессования посредством изменения давления воздуха в прессующем пневмоцилиндре на основе измеренных параметров поверхностной твердости форм, усилия прессования, давления воздуха и влажности смеси. Для этой цели на основе детерминированно-статистической модели разработана автоматизированная система обеспечения оптимальной степени уплотнения смеси, где регулирование усилия осуществляется при помощи клапана-регулятора, уставку которому выдает ЭВМ.

После изготовления полуформ производится визуальный контроль качества отпечатка.

В радиоэлектронике, при применении радиоизлучающих устройств известно, что чем короче длина волны (чем выше частота), тем и меньше дифракция, то есть отклонение направления радиоволны от прямолинейного распространения. Если длина волны соизмерима с препятствием, то происходит его огибание. Это явление, называемое разрешающей способностью, было положено в основу метода определения целостности отпечатка форм с нанесенным на ее плоскость экраном. В зависимости от размеров разрушений экрана отпечатка форм и частоты радиоволн, можно фиксировать их дифракции или отражение.

Исследования, проведенные на установке с генератором СВЧ-волн показали, что возможно осуществить контроль как по площади разрушения, так и по влажности формовочной смеси.

В установке рупорные антенны устанавливались по вертикали

∨

(+) и под углом (—).

Замеры проводились для неповрежденного экрана, нанесенного пульверизатором на уплотненную формовочную смесь. Показания отражения СВЧ - волн от экрана наблюдались на осциллографе. Далее производилась имитация подрыва формы - разрушался экран на площади в 0.5 см^2 . При этом изменялась величина показаний осциллографа. Площадь разрушений увеличивали. Материал напыления - Al. Для данной установки предел разрушения, который уверенно регистрировался, составил от 0.5 см^2 до 64 см^2 . Максимальное значение соответствует апертуре антенн. Как видно из графиков, изображенных на рис.1 существуют криволинейные зависимости между площадью разрушения (S) и отражения волн СВЧ. Зависимость $S=f(J)$ для случая $\times$ разрушения экрана на небольшую величину в определенном диапазоне изменяет интенсивность волн, также как и влажность (W) формовочной смеси, что указывает на использование в допустимых пределах этого метода для контроля целостности отпечатка форм, в виду наличия превалирующей связи между $S=f(W)$. При использовании метода отражения волн: чем больше разрушение экрана, тем меньше интенсивность волн СВЧ, что позволяет использовать полученные результаты в качестве математических моделей для определения нарушения целостности отпечатка форм. Эти явления подтверждаются установленной закономерностью $W=f(J)$, которая характеризует условия проникновений волн СВЧ через смесь различной влажности. Чем больше влажность, тем меньше интенсивность проникновения волн. Из сказанного следует: исследуемые методы могут быть использованы в одинаковой степени как для измерения целостности отпечатка, так и влажности формовочной смеси.

Для обработки информации о разрушении экрана использована микропроцессорная система контроля отпечатка форм СВЧ.

Микропроцессорная система контроля целостности отпечатка полуформы состоит из: блока нанесения экранирующего состава на модельный комплект; блока питания (ВУП-2); передающего устройства с генератором СВЧ (ПСР - 76); приемного устройства с усилителем напряжения; микропроцессорного контроллера; маркера; измерительного блока.

Разработка гаммы микропроцессорных систем измерения и контроля параметров литейного производства позволила реально подойти

к созданию интегрированной системы управления организационно - технологическими процессами.

В третьей главе приведена классификация систем управления гибким автоматизированным литейным производством, которая основывается на технически, технологически, организационно и программно гибком производстве, состоящих из функциональных модулей. Предложенная классификация ГАЛП позволяет рассмотреть литейное производство как объект создания интегрированной системы управления.

Предложенная классификация показывает, что для ИСУ ГАЛП наиболее приемлема структура, где ядро верхнего уровня образованно из следующих систем: система ситуативного принятия решений в процессе производства отливок; система моделирования литейного производства; система конструктивно - технологической САПР литейных процессов.

Система ситуативного принятия решений в процессе производства отливок предусматривает решение задач, составленных из функциональных систем технически гибкого производства: переналаживаемой оснастки, взаимозаменяемого технологического оборудования; перестройки транспортных цепочек, резервирования и диагностирования технических средств, реконфигурации технического обеспечения; технологически гибкого производства; реагирования на изменение номенклатуры отливок, выбор технологического маршрута, переадресации грузопотоков, устранения отклонений показателей качества производства отливок, терминальной точности протекания технологических процессов и их перераспределения качества; организационно гибкого производства: синхронизации работы участков цеха, сбалансированной загрузки оборудования, ликвидации аварийных ситуаций, обслуживания очередей, выбора траектории движения материалов, переадресации продукции при выходе из строя оборудования, работы в режиме терминального риска; программно гибкого производства в полном объеме.

Составленными элементами системы моделирования литейного производства являются функциональные системы перестройки транспортных цепочек, диагностирования состояния оборудования, обра-



↓
 $S=f(J)$ —

$W=f(J)$ *

↓
 $S=f(J)$ —



Рис.1. Связь между площадью разрушения и интенсивностью

волн СВЧ

ботки возмущений и прогнозирования параметров технологического процесса, прогнозирования и устойчивости ГАЛП, ликвидации аварийных ситуаций, работы ГАЛП в режиме терминального риска, гибкой перестройки и адаптации моделируемых программ, искусственного образования программ распознавания ситуаций производственных процессов.

Система конструкторско - технологической САПР литейных процессов охватывает задачи, образованные из функциональных систем, направленных на создание переналаживаемой оснастки, схватов ПР, взаимозаменяемого основного, вспомогательного и не требующего переналадки оборудования, высокотехнологических отливок, гибких структурно - логических программных сетей.

Классификация ГАЛП позволяет выявить технологическую, техническую, организационную и общественную гибкости в литейном производстве. В комплексе эти показатели определяют способность ГАЛП адаптироваться к изменению внешней среды (цеховой уровень гибкости), перестройке технологических маршрутов (маршрутный уровень гибкости), модернизации элементов и самих технологических процессов (технологический уровень гибкости). Показателем гибкости служит обобщенный коэффициент, расчеты которого приводятся в работе. Он является комплексной характеристикой производственных процессов, проектных и исследовательских работ по оперативной и перспективной подготовке производства. Высокие показатели цехового уровня гибкости ведут к созданию адаптивной системы управления производством.

Для обеспечения ГАЛП эталонной моделью было произведено моделирование литейных производственных процессов на макроуровне с представлением из в виде физических подсистем.

Здесь гидравлические подсистемы определяют поступление смеси из бункера, металла из дозатора. Механические подсистемы обеспечивают перемещение пустых, заполненных смесью и металлом форм. Участки механической подсистемы описываются уравнениями

вязкого трения $F = V/R$, массы $F = m_a = C_m(dV/dT)$, гидравлических - массового расхода $L(dG/dT) + RG = P$, где L - инерционность при движении; R - сопротивление движению; m, C - масса, емкость; V - скорость; P - давление; G - расход; T - время; F - источник силы.

вязкого трения $F=V/R$, массы $F=ma=C_m(dV/dT)$, гидравлических - массового расхода $L(dG/dT)+RG=P$, где L - инерционность при движении; R - сопротивление движению; m, C - масса, емкость; V - скорость; P - давление; G - расход; T - время; F - источник силы.

Между гидравлической и механической подсистемами имеется гираторная связь, определяющая зависимость между источником силы и расходом подсистем.

Уравнение, приведенное ниже, описывает связь между гидравлической и механической подсистемами процесса заполнения опоки смесью, формообразования и из движения.

$$P_{cm}S_b - R_{cm}G_{cm} - L_{cm}dG_{cm}/dT = F_0 - V_{cm}K,$$

где S_b - площадь сечения нижнего отверстия бункера, m^2 ;

$R_{cm}=k\eta h/S_b$ - сопротивление движению смеси;

k - коэффициент трения;

h - высота бункера;

$L_{cm}=h/S$ - инерционность при движении смеси;

V_{cm} - скорость перемещения опоки, m/c .

Получив массовые расходы смеси, металла, составляются их балансовые уравнения. Модель позволяет решить задачу регулирования процессов формообразования и заливки металла.

Источник усилия, перемещающий опоки со смесью может иметь регулируемый привод, что в конечном итоге задает ритм работы формообразующего агрегата. Чем больше скорость, т.е. усилие, тем быстрее должен выполняться формообразующий процесс, сочетающийся с поступлением смеси.

Такая постановка вопроса требует создания смесераспределительных систем различного диапазона регулирования поступления смеси и многорежимного формовочного агрегата, обеспечивающего рабочий процесс с различными временными характеристиками.

Процесс дозирования металла в формы может происходить с различным массовым расходом, зависящим от давления в дозаторе,

мощност электромагнитного насоса (при использовании электрической подсистемы) регулируемого диаметра дозирующего устройства. Чем больше расход (не превышающий предельного значения), тем больше источник усилия, перемещющий затитые формы.

Применение микропроцессорных устройств для обеспечения указанных режимов позволяет создать систему гибкого управления производственными процессами.

Основное место в теоретическом осмыслении процессов управления производством отведено принятию решений в условиях полной определенности, стохастической и непараметрической неопределенности состояния организационно - технологических процессов. для этого изложены методики применения теорий статистических решений с использованием стратегии Байеса для определения апостериорных вероятностей распознавания производственных ситуаций и принятия решений.

В четвертой главе приведены практические реализации теории принятия решений в виде технической, организационной и общественной диагностик. Методы технической диагностики использованы при работе рычажно - прессового формовочного автомата.

По числу объектов N_i появившихся событий D_i соответствующих измеренным параметрам, приведенным в табл.1, определили появление события D_i с признаком k_j состояния АЛФ.

Для этого, исходя из общего числа объектов N_1 , принимающих в диагностировании, нашли априорную вероятность появления события $P(D_1) = N_1/N$, и составили диагностическую таблицу на основании выполненных расчетов по определению вероятности появления признака k_j у состояния D_1 ,

$$P(k_j/D_1) = \frac{N_{1j}}{N_1},$$

где N_{1j} - количество объектов, у которых появился признак для события D_1 .

Для выделения из комплекса признаков преобладающего признака, определили апостериорную вероятность появления D_1 события с k_j признаком

$$P(P_1/k_3) = \frac{P(D_1)P(k_3/D_1)}{P(D_1) * P(k_3/D_1)}$$

Результаты расчетов, выполненные на ЭВМ, сведены в табл.2 и являются исходным материалом для принятия решений. Как видно из табл.2, максимальное значение имеет $P(D_1/k_1)=0.43$, что соответствует снижению твердости отпечатка форм (k_1) в результате отклонения давления воздуха в сети (D_1). Признак увеличения брака (k_3) при $P(D_7/k_3)=0.31$ и $P(D_8/k_3)=0.31$ зависит от простоев автомата (D_7) и снижения качества смеси (D_8), что по весомости занимает следующее место после k_1 (при D_1).

На снижение производительности автомата (k_2) также значительно влияют простои автомата, что выражается $P(D_7/k_2)=0.3$.

Предложенная методика технической диагностики состояния показателей формовочного автомата позволяет совместно с таблицами состояния оборудования получить достоверные сведения, обобщающие совокупность разрозненных и взаимосвязанных параметров, направленные на распознавание производственных и технологических ситуаций.

11869811

Исходные данные диагностирования АЛФ

Таблица 1.

Параметр, характеризующий исследуемое событие (D_1)	Признак принад- лежности события	Характеристика параметра
Отклонение давления воз- духа в сети (D_1)		$D_1 < 0.3 P_c$ P_c -давление в сети
Снижение усилия прессо- вания (D_2)		$D_2 < 0.3 P_{np}$ P_{np} -усилие прессования
Увеличение износа рыча- жно-прессового автомата (D_3)	R_1 -базовый параметр износа	$D_3 < 0.05 R_1$
Увеличение зазора в прес- совом цилиндре (D_4)	R_2 -базовый параметр зазора	$D_4 < 0.05 R_2$
Снижение времени сраба- тывания толкателя полуформ (D_5)	T_1 -базовый параметр зазора	$D_5 < 0.05 T_1$
Уменьшение выдержки прессования (D_6)	T_2 -время выдержки	$D_6 < 0.05 T_2$
Простои автомата (D_7)	T_3 -фонд времени работы автомата	$D_7 < 0.1 T_3$
Снижение качества смеси (D_8)	S - базовое качество	$D_8 < 0.1 S$
	Снижение твердости отпечатка (k_1)	$k_1 < 0.1 T$ T -базовое качество
	Снижение производи- тельности (k_2)	$k_2 > 0.15 t_4$ t_4 -время цикла формования
	Увеличение брака формообразования (k_3)	$k_3 > 0.01 B$ B -базовый брак

Апостериорные вероятности диагностирования

Таблица 2

$P(D_i/k_1)$	$P(D_i/k_1)$	$P(D_i/k_2)$	$P(D_i/k_3)$
D_1	0,43	0,23	0,19
D_2	0,28	0,08	0,11
D_3	0,05	0,08	0
D_4	0	0,08	0
D_5	0	0,23	0
D_6	0,14	0	0,08
D_7	0	0,30	0,31
D_8	0,10	0	0,31

В отличие от технической диагностики - распознавание производственных ситуаций сопряжено с принятием решений в условиях неопределенности параметров. Организационная диагностика позволяет выявить стратегии выбора наиболее предпочтительной ситуации, например, при определении рецептуры формовочной смеси. В табл.3 приведены апостериорные вероятности событий, позволяющие остановиться на ситуации T_2 , имеющей наибольшее значение указанной вероятности (0,492).

Ситуация T_j	T_1	T_2	T_3	T_4
Стратегия U_i				
Дозирование воды, U_1	0,7	1	0,8	0,5
Дозирование крепителя, U_2	0,5	0,8	0,7	1
Изменение процентного соотношения состава смеси, U_3	0,7	0,6	0,9	1
Изменение соотношения воды и крепителя, U_4	1	0,85	0,9	0,8
$P(X^*_1/X^1_1)$	0,188	0,392	0,083	0,334
$P(X^*_2/X^1_2)$	0,361	0,188	0,025	0,42
$P(X^*_3/X^1_3)$	0,149	0,492	0,067	0,29
$P(X^*_4/X^1_4)$	0,387	0,153	0,074	0,384

Общественная диагностика определяет противоречия между технологическими и экономическими факторами, орудием и предметом труда, организацией и общественным осознанием целей производства.

Методика общественного диагностирования работников на производстве сводится к определению для каждого индивидуума показате-

теля осознания (коэффициента осознанности) в принятии решений, который дает полную характеристику причин возможных отклонений в его работе по различным мотивам: производственным, социальным, субъективным и политическим. В связи с чем составляется матрица осознания, куда заносятся данные опроса всех работников цеха, отдела на предмет наличия у них трех видов интересов: ущемляющих, нейтральных и вызывающих интерес. Опрос проводится в соответствии с градацией и шкалой отклонений.

Возможные противоречия в производственной среде определяют групповыми интересами членов коллектива, которые базируются на ущемлении прав и возможностей, нарушениях технологической и производственной дисциплины и по социальным и политическим мотивам. Общественная диагностика призвана своевременно установить эти групповые интересы и по установленным отклонениям сформировать пакет воздействий, направленный на выравнивание и подведение интересов отдельных индивидуумов, групп, выразителей интересов, к осознанной цели, которая обязана блокировать развитие противоречий и устранить их источник.

Общественная диагностика неразрывно связана с организационной и технической диагностикой и непосредственно влияет на их работу. Она является обратной связью и проявляется в виде снижения производительности труда или простоев производства, вызванных снижением психологической активности человека под воздействием окружающей среды (технологический процесс, оборудование, коллектив, социальная сфера и т.д.).

Определения детерминированной и стохастической информации на основе диагностик производственных процессов использовались в расчетах различных видов гибкости: технологической, технической, организационной, общественной. Данный их перечень позволяет подойти к созданию алгоритма принятия решений (рис.2.), направленных на выявление наиболее рациональных вариантов выполнения технологических операций, составляющих технологический маршрут производственного процесса.

Принятие решений при загрузке автоматических формовочных линий осуществляется по алгоритму:

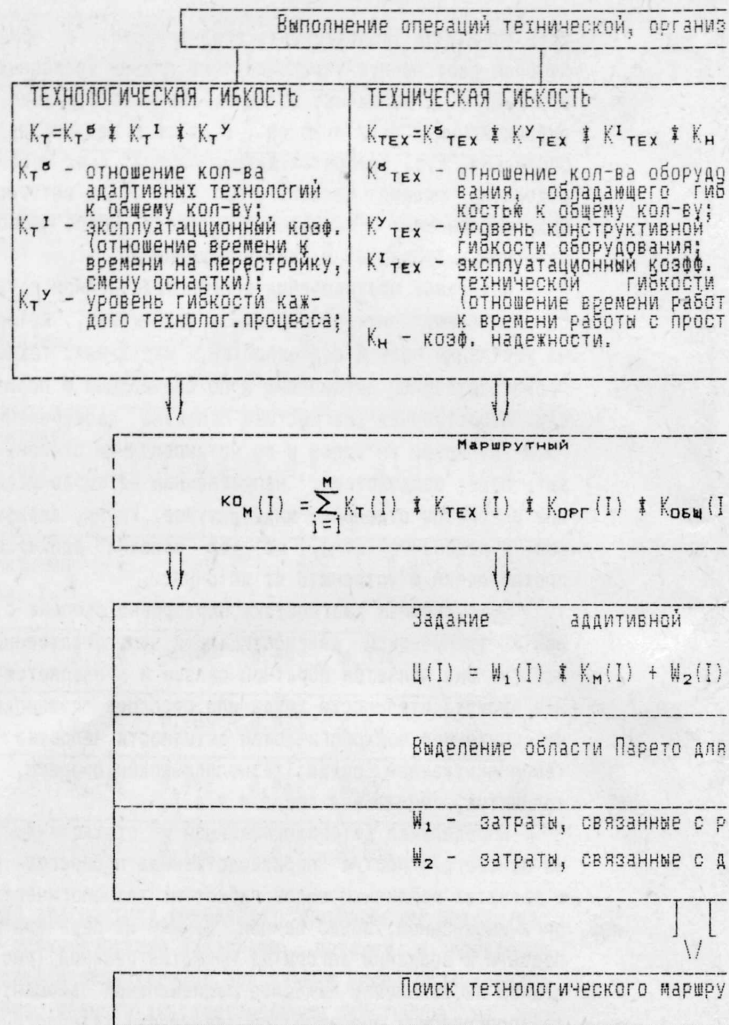
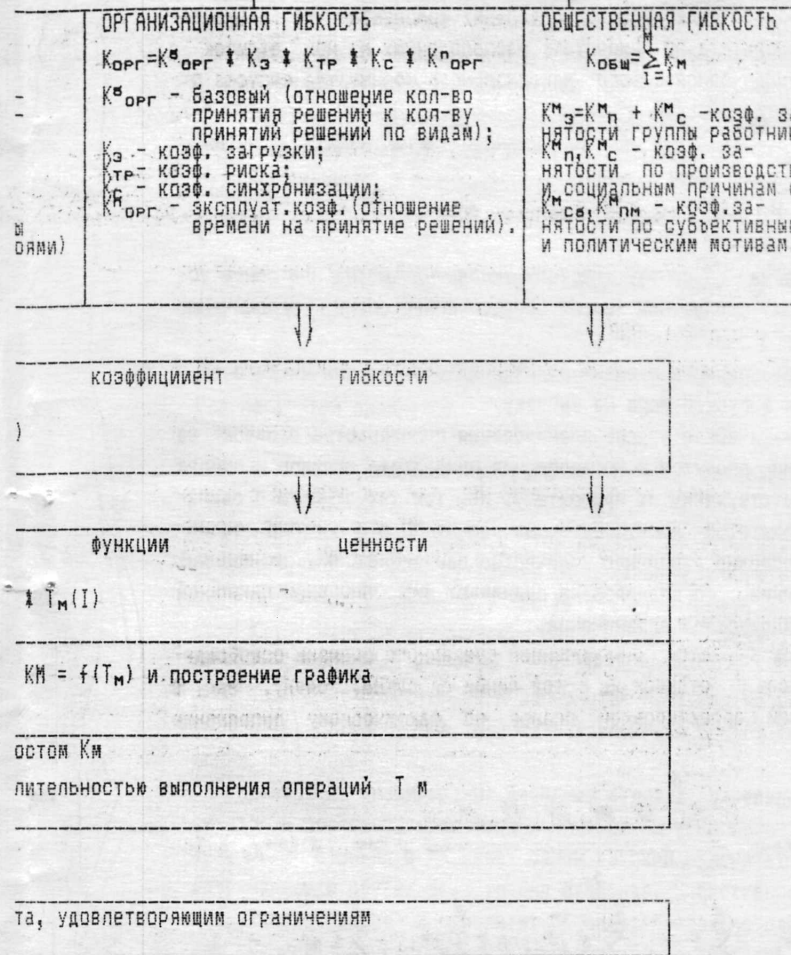


Рис. 2. Алгоритм принятия решений

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

ационной общественной диагностик



1) определяется план выпуска отливок на сутки с указанием их приоритета и количества одноразового запуска;

2) осуществляется выбор модельных комплектов (МК), присвоение им приоритета по приоритету расположенных на нем отливок с установлением одноразового максимального количества выпуска отливок по этим МК;

3) распределение МК по линиям с учетом наличия однотипных МК на одной или всех линиях;

4) учет заформованных и залитых форм по МК;

5) выявление брака форм;

6) смена МК по фактическому выполнению плана или ранее установленному соглашению (время обеда, конец смены, ограничение одноразового запуска, ППР);

7) установление времени охлаждения отливок для каждого МК и управления выпуском форм на выбивку.

Математическая модель планирования производства отливок на i -той линии сводится к установлению приоритета отливок и выбора МК, соответствующему их приоритету. Но, так как отливки с одинаковым приоритетом могут быть на разных МК и в системе производства возможно различное количество одинаковых МК, отнесенных к одной линии, то планирование принимает вид многокритериальной задачи с множеством ограничений.

Задача решается определением суммарного времени освобождения ($t_{ij}^{осв.}$) отливок на i -той линии за сутки, смену, час, с последующей корректировкой планов по фактическому выполнению j -го МК:

$$\sum_{j=1}^m t_{i,j}^{осв.} = \frac{R \cdot A_{i,j} (R_{i,j} * M_{i,j} * K_{i,j} * Z_{i,j} * C_{i,j})}{P_i} + t_{i,j}^{охл.} + t_{i,j}^{пр.} \leq T_c$$

$$\text{где } \sum_{j=1}^m t_{i,j}^{осв.} = \sum_{j=1}^m A_{i,j} n_{i,j}^s - \sum_{j=1}^m A_{i,j} n_{i,j}^{s-m} \pm \sum_{j=1}^m B_{i,j} n_{i,j}^s - \sum_{j=1}^m A_{i,j} n_{i,j}^c -$$

плановое задание по j -тым МК с R -тым приоритетом на i -той линии;

$Ап^S_j$ - план базисный n -той отливки с S -тым приоритетом, расположенный на j -том МК, имеющем R -тый приоритет запуска;

$t_{ож\,i,j}, t_{пр\,i,j}$ - время ожидания i -го МК в очереди и время простоя;

$Ап^S_{j-m}$ - плановое количество сопутствующей n -той отливки с S -тым приоритетом, расположенной на $(j-m)$ -том МК, содержащий базисную отливку с приоритетом $S-1$ и следующим в планировании за j -м МК;

$Ап^C_j$ - количество n -тых отливок на j -том МК, не обеспеченных стержнями;

$В^S_{i,j}$ - отклонение от плана по j -тому МК с S -тым приоритетом на i -той линии;

$R_{i,j} = \sum_{N=1}^L R_{j,N}$ - приоритет i -того МК, который выбирается по критерию

приоритета МК, содержащий L -тое количество отливок, входящих в сменное задание, и их суммарным максимальным приоритетом (RL_j) ;

$M_{i,j}$ - принадлежность i -го МК к i -той линии;

$K_{i,j}$ - наличие ограничения однократного запуска j -го МК;

$Z_{i,j}$ - условие перехода j -го МК на $j+1$ МК;

T_c - длительность смены за вычетом перерыва на обед;

$C_{i,j}$ - ограничение наличия стержней для j -го МК на i -той линии.

В системе планирования базисная отливка определяется приоритетом и последовательностью включения МК в процессе производства. Если отливка в МК имеет самый высокий приоритет и ранее не встречалась в других МК, то она базисная. В противном - отливка есть сопутствующая и приоритет МК определяется по отливке с менее высоким приоритетом. Планирование базисной отливки ведется за вычетом ее количества в МК (с другой базисной отливкой), где она является сопутствующей.

При планировании набора МК на смену суммарное время освоения не должно превышать T_c . Этим определяется очередь МК, подлежащих установке на линии.

В пятой главе приведены системы управления ГАЛП: шихтоприготовления и плавки, обеспечения формовочной смеси автоматических литейных линий, стержнеобразования и формообразования, термообработки и очистки литья, а также пути их развития. Особое место отведено практической реализации полученных теоретических и экспериментальных результатов.

В НПО "Ритм", под руководством автора, разработана автоматизированная система управления технологическими и производственными процессами литейного цеха.

Автоматизированная система включает следующие программы:

- 1) измерение и контроль параметров технологического процесса (PRV 01);
- 2) планирование загрузки модельных комплектов (PRV 02);
- 3) планирование на сутки, смену (PRV 03);
- 4) планирование на час (PRV 04);
- 5) диагностика и принятие организационно-производственных решений (PRV 05);
- 6) управление охлаждением отливок (UPR 02);
- 7) управление формовочным автоматом (UPR 03);
- 8) смесеприготовление и распределение смеси по автоматическим литейным линиям (UPR 01);
- 9) распределение металла по заливочным установкам (UPR 04);
- 10) расчет технико-экономических показателей (PRV 06).

Программа "PRV 01" формирует массив параметров технологического процесса и показателей состояния технологического оборудования в соответствии с заданным алгоритмом опроса датчиков, установленных на автоматических формовочных линиях.

Программой "PRV 02" производится сортировка входной информации по линиям и формирование очередей запуска модельных комплектов. Создаются массивы информации, содержащие коды отливок, модельных комплектов, планы отливок на сутки, ограничения однократного запуска, приоритеты отливок и модельных комплектов, отнесенные к конкретному виду линий.

PRV 03 состоит из основной программы и трех подпрограмм. Основная программа производит выбор работающих линий, проверяется линия с плавающей оснасткой или нет, затем осуществляется вход в одну из подпрограмм BPLAN или SPLAN.

BPLAN выполняет планирование суточного плана по сменам и часам для линии без плавачей оснастки с выдачей информации о выполнении плана до окончания смены. Подпрограмма SPLAN осуществляет планирование суточного плана по сменам для линии с плавачей оснасткой.

Программа "PRV 04" предназначена для оперативного планирования производства отливок по часам, используя общий план на смену. Программа позволяет вносить корректировку в план на час с учетом конкретных ситуаций (фактическое выполнение плана за предыдущий час, инициативный ввод нового МК, выполнение условий перехода на новый МК). План производства отливок на час составляется исходя из приоритета отливок и времени их освобождения при выполнении технологического процесса формообразования. Время освобождения номенклатуры состоит из времени нахождения в очереди и времени обслуживания. В программе ведется распознавание установленного МК на позиции формообразования, счет заформованных полуформ, собранных форм с учетом остатка от предыдущей номенклатуры, счет залитых и бракованных форм с выдачей план-факта на световое табло, учет запаса при перевыполнении плана производства отливок.

PRV 05 осуществляет классификацию производственных ситуаций по степени определенности информации: с полной определенностью; в условиях стохастической неопределенности; с непараметрической неопределенностью. Градация ситуаций выполнена в разрезе шкалы эквивалентности в зависимости от величины превосходства альтернатив. Оценка альтернатив производится по семейству критериев, среди которых особое место занимают стимулирующие работу.

Алгоритм принятия решений построен на оценке взаимодействия оборудования с технологической средой - техническая диагностика; взаимоотношений технологической среды, машин с человеком - организационная диагностика; производственных отношений в человеческой среде - общественная диагностика. Принятые решения выдаются в виде рекомендаций персоналу цеха.

Программа "VPR 02" сравнивает давление масла в плунжерах формовочного автомата с базовыми значениями и производит корректировку времени и усилия прессования. При значительном отклоне-

нии свойств смеси в форме формируется сигнал установки на бракер для пометки некачественных полуформ и выдается видеограмма "Брак формы" на дисплейный модуль оператора.

Управление охлаждением отливок выполняется микропроцессорным контроллером по программе "VPR 03". Запуск программы производится при наличии сигнала о нахождении формы на позиции заливки. Определяется код МК, присваивается соответствующее время охлаждения. При отсутствии сигнала с датчика включения дозатора металла время охлаждения принимается равное нулю, т.к. форма не залита. После поступления сигнала с датчика на выходе охлаждающей ветви определяется время охлаждения конкретной формы и в случае его превышения выдается сигнал на открытие отсекателя и пропуск формы. В противном - форма подвергается дополнительному охлаждению.

Программа "VPR 02" производит контроль свойств формовочной смеси в процессе смешивания с индикацией измеренных параметров, формирует данные о ее потребности на АЛФ по времени срабатывания формовочных аппаратов, уравниров расходных бункеров, приоритету МК производит включение плужковых обрасывателей в соответствии с матрицей последовательностей.

Подведение итогов работы цеха за смену, сутки, месяц производит программа "PRV 06", где формируются выходные машинограммы по всем эксплуатационным и экономическим показателям, отнесенным к каждому отделению, оборудованию и конкретным исполнителям, бригадам с анализом штрафных санкций и распределений стимулирующих прибылей.

Техническое обеспечение автоматизированной системы имеет многоуровневую структуру. Верхний уровень комплекса технических средств образован на базе УВМ СМ 1420, которая выполняет функции оперативно - диспетчерского планирования производственных процессов. УВМ СМ 1810 находится на среднем уровне и ведет в реальном масштабе времени загрузку производственных мощностей в соответствии с принятыми решениями. КТС ЛИУС-2 (Микродат), содержащая все необходимые модули для сбора, контроля параметров технологического процесса и управления исполнительными механизмами, обеспечивает функции, которые, как правило, возлагаются на АСУ ТП. Он имеет встроенные микропроцессорные контролеры, ис-

пользуемые для автономного управления и регулирования таких параметров, как время охлаждения отливок, давления прессования и др.

Применение в автоматизированной системе задач, реализующих принятие и оперативно - календарное планирование организационно-производственных процессов, сокращает простои производства отливок путем повышения уровня гибкости синхронной работы отделений цеха, наличия сбалансированной загрузки оборудования, диагностирования предаварийных ситуаций на 50-70%, снижает брак по химическому составу, раковинам, надрывам в среднем на 3-5%, и обеспечивает экономию материалов на 6,5 %, электроэнергии на 5,5%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В диссертации изложены теоретические основы интеграции многосвязных автоматизированных гибких систем литейного производства, составляющих интеллектуально-производственную систему принятия решений, содержащую механизм технической, организационной и общественной диагностики процессов литейного производства.
2. Впервые осуществлено теоретическое и экспериментальное обоснование микропроцессорных систем контроля параметров технологических литейных процессов (химсостав металла, свойства формовочной смеси, отпечаток форм и др.), обеспечивающих измерение, контроль, адаптивное слежение за точностью измерения, разработка которых определила структурные связи интегрированной системы.
3. Разработана математическая модель принятия решений по управлению литейным производством, охватывающая основные детерминированные и стохастические процессы, происходящие в технологической, организационной и общественных средах, которая использована в информационном и программном обеспечении интегрированной системы.
4. Комплекс задач интегрированной системы, реализующие изложенные методы управления цехом, прошли испытания в ряде производственных объединений: ПО "ПТЗ", ПО "Ростсельмаш", ПО "ХТЗ", и т.д. и легли в основу проектных разработок ПК АСУ (г. Павлодар), ОКБ "Роботы" (г. Волгоград), ЦНИТИМ (г. Москва), НПО "Волга" (г. Казань).

5. Автоматизированная система управления электроплавкой обеспечивает высокие экономические показатели и тиражируется ПКИ АСУ (г. Павлодар) на более десяти заводах Минсельхозтракторомаша с экономическим эффектом.
6. Более двадцати производственных объединений запросили техническую документацию на микропроцессорную систему автоматизированного контроля свойств формовочных смесей, в которой изложен оригинальный подход при конструировании.
7. Результаты исследований использовались при проведении х/д НИР кафедр "Вычислительная техника" и "Машины и технология литейного производства", а также в учебном процессе в дисциплине: САПР литейного производства.

Материалы диссертации опубликованы в 52 работах, основными из которых являются следующие:

1. Порохня В.М. Автоматизированная обработка результатов спектрального анализа. - М.: Приборы и системы управления, 1980, N 10, с.19-20
2. Порохня В.М., Бойко Ф.К. Опыт создания и внедрения автоматизированной системы управления плавкой в ДСП. -М.: Электротермия, вып. 4, 1983 г.
3. Порохня В.М., Гонза М.И. Подсистема измерения и контроля в АСУ электроплавкой. -М.: Приборы и системы управления, N 5, 1984 г.
4. Порохня В.М., Гонза М.И. Подсистема автоматизированного управления созданием запасов отливок. -М.: Литейное производство, N 11, 1984 г.
5. Порохня В.М., Гонза М.И., Идрисов А.Б. Построение интегрированной системы управления ГАЛП на основе информационного банка данных. - В сб.: Интегрированные АСУ предприятиями. СО АН СССР, Новосибирск, 1985 г.
6. Порохня В.М., Гонза М.И. Автоматизированная система управления мощностью электрической печи. -М.: Приборы и системы управления, N 9, 1986 г.
7. Порохня В.М. Пути создания и развития систем управления ГАЛП. Сб.: Состояние и перспективы развития высокопроизводительного литейного оборудования. Тез. докл. Всесоюз. конф. -ВНИИ ТЭМР, 1987

8. Порохня В.М., Жуков А.В., Гонза М.И., Ершов М.В. Обеспечение гибкости технологических и производственных процессов управления ГАЛП. Сб.: Прогрессивная технология, автоматизация и применение ЭВМ в литейном производстве. Тез. докл. Всесоюз. конф. - Алма-Ата, КазНИИТИ, 1987 г.
9. Порохня В.М., Идрисов А.Б., Котельников В.Н. и др. -М.: Механизация и автоматизация производства, N 3, 1987 г.
10. Порохня В.М., Жуков А.В., Гонза М.И. Система управления ГАЛП. -М.: Литейное производство, N 4, 1988 г.
11. Порохня В.М., Гонза М.И., Рофман Е.И. АСУ ТП автоматических литейных линий. -М.: Приборы и системы управления, N 6, 1988 г.
12. Порохня В.М., Жуков А.В., Ерохин В.М. и др. Автоматизированная система оперативного управления литейными процессами. -М.: Литейное производство, N 10, 1988 г.
13. Порохня В.М., Носик В.Д., Ерохин В.М. и др. Автоматизированный контроль процессов смешения. -М.: Литейное производство, N 10, 1988 г.
14. Порохня В.М., Носик В.Д., Котельников В.Н. Программируемый контроллер охлаждения отливок на АЛФ. -М.: Литейное производство, N 11, 1988 г.
15. Порохня В.М., Носик В.Д., Сунгуров А.О. Автоматизированное управление загрузкой автоматических формовочных линий. - М.: Литейное производство, N 9, 1989 г.
16. Порохня В.М. Системы управления ГАЛП. Методическая разработка. - Алма-Ата, РУМК, 1989, 51с.
17. Порохня В.М., Крестьянинов В.М., Сунгуров А.О. и др. Микропроцессорная система контроля целостности форм. -М.: Литейное производство, N 10, 1990 г.
18. Порохня В.М. Интегрированная система управления ГАЛП. - Алма-Ата, Галым, 1991 г., 208с.
20. А.с.1268281 (СССР). Устройство для автоматической простановки стержней / Порохня В.М., Котельников В.Н. - Оpubл. в Б.И., 1986, N 41.
21. А.с. 1306647 (СССР). Устройство для смены модельных плит / Порохня В.М., Котельников В.Н., Рофман Е.И. - Оpubл. в Б.И., 1987, N 16.
22. А.с. 1349869 (СССР). Установка для контроля физико-механических свойств смеси / Порохня В.М., Носик В.Д., Идрисов А.Б. Оpubл. в Б.И., 1987, N 41.

Подписано в печать 12.10.91 Формат 60x84 1/16

Объем 1 уч.-изд.л. Т.100 Заказ 1 Бесплатно

Павлодарский индустриальный институт