

УДК 621.74.019

**В. П. Самарай, В. П. Авдокушин,  
С. П. Дорошенко, В. М. Мазнюк** (НТУУ “КПИ”)

## Экспертная система прогнозирования и диагностики дефектов отливок

Сегодня уже никто не станет возражать против необходимости применения информационных технологий в образовательных и производственных структурах Украины. Однако, несмотря на широкое обсуждение в печати, этот вопрос обычно обсуждается несколько однобоко. Основное внимание уделяется аппаратной стороне проблемы — какая техника нужна и в каком количестве. Гораздо меньше статей посвящено методике применения компьютера в учебном процессе, в процессе повышения квалификации инженеров-литейщиков. Наконец, почти нет публикаций, посвященных проблемам разработки методик педагогических программных средств.

Авторы предлагают один из вариантов методики построения педагогических программных средств — учебные генераторы задач на базе экспертных систем (ЭС). Это тренажеры для задач по распознаванию (ТЗР) или обучающие системы (ОС). Под ТЗР или ОС понимается программная система, которая умеет генерировать описание ситуации или объекта из некоторой предметной области, позволяет обучаемому провести исследование этой ситуации или объекта, а затем их некоторым образом идентифицировать (поставить прогноз или диагноз).

Разработан тренажер по компьютерной диагностике и прогнозированию дефектов отливок по вине песчаной формы. В качестве предметной области в этих ТЗР или ОС рассматривается некоторый класс дефектов отливок, связанных с качеством уплотнения литейной формы и стержней; моделируемая ситуация — описание конкретного вида брака (точнее, его конкретного варианта у конкретной отливки), а задача распознавания сводится к постановке диагноза, то есть причин или прогноза появления дефекта в зависимости от выбранного режима работы.

ТЗР или ОС предназначены для обучения студентов и повышения квалификации инженеров-литейщиков. Предлагается выбор одного из режимов работы:

- обучаемому предлагается ввести характерные признаки (причинные факторы) данного вида брака и проверить правильность ввода посредством просмотра и сравнения с наи-

более вероятным прогнозом, предложенным системой в ответ;

- ТЗР или ОС предлагает описание “симптомов” вида брака и полностью или частично сообщает его пользователю. Обучаемому необходимо самостоятельно принять решение о необходимости дополнительных данных для постановки правильного диагноза о причинах брака и запросить эти данные, а также выяснить причины и поставить диагноз;
- обучаемому необходимо по предложенным характерным признакам, то есть по совокупности значений параметров уплотнения, свойств смеси и геометрии отливки, спрогнозировать появление или отсутствие дефектов в отливке по вине формы, предлагается проверить правильность прогноза посредством просмотра наиболее вероятного вида брака, ожидаемого системой.

Следует отметить, что пользователю предоставляется свобода действий (что вполне соответствует замыслу — дать пользователю возможность самому исследовать ситуацию и самостоятельно определить путь к искомому результату), с другой стороны, обучаемый может проверить, в чем он ошибся или отклонился от шаблона. После постановки диагноза или прогноза исследование описания дефектов отливок может быть продолжено с познавательными целями.

Следовательно, ОС или ТЗР имеет следующий методический смысл:

- обучение прогнозированию и диагностике качества отливок вручную и с помощью компьютера;
- отработка навыков определения необходимых данных для правильного прогнозирования и постановки диагноза, а также для поиска этих данных;
- демонстрация ожидаемых результатов прогнозирования или причин дефектов;
- обучение правильному использованию результатов имитационного моделирования уплотнения форм и стержней совместно с ЭС в режиме прогнозирования.

В ходе работы над системой была получена интегрированная программная среда, представляю-

щая собой одновременно ЭС и ОС для прогнозирования и диагностики качества отливок, в состав которой дополнительно вошли система имитационного моделирования уплотнения форм и стержней вибрацией и две системы управления базами данных [1...3]. Большинство функций ОС, по сути, — элементы ЭС. Чтобы правильно оценить действия пользователя, ОС должна “встать на его место”: попробовать поставить прогноз или диагноз, используя только ту информацию, которая известна пользователю в данный момент. Следовательно, ОС должна уметь ставить предварительный прогноз и диагноз по неполному описанию ситуации.

ЭС предоставляет пользователю гибкие средства для описания прогностических и диагностических ситуаций, а определяемые системой прогноз и диагноз могут быть предварительными или окончательными. В первом случае все дефекты либо вызывающие их факторы ранжируются от наиболее вероятных до невозможных. В случае согласия пользователя с прогнозом или диагнозом он становится окончательным. Следует отметить, что ОС — ЭС вероятностного типа, но с возможностью реализации детерминистской логики (то есть с возможностью выделения патогномистических признаков для однозначного принятия решения о правильности определенного прогноза или диагноза), учитывает весьма сложные связи между большим количеством факторов уплотнения и дефектов отливок.

ЭС может использоваться как в производственном процессе, так и для обучения. Пользователь может вносить изменения в уже заданное описание дефектов и факторов, которые их вызывают (причем именно те изменения, которые ему интересны), и наблюдать, как при этом меняются прогноз и диагноз.

Планируется:

- использовать ОС и ЭС для дистанционного обучения, прогнозирования и диагностики через Интернет или локальные сети;
- создать доступную базу данных реальных производственных ситуаций;
- добавить в систему информацию о других методах уплотнения;
- использовать стандартную схему корректировки техпроцесса уплотнения по результатам прогнозирования и диагностики;
- учитывать особенности различных видов уплотнения и результаты корректирования процесса, анализировать и использовать влияние всех технологических факторов уплотнения форм и стержней для моделирования кинетики уплотнения и прогнозирования качества отливок.

#### Список литературы

1. **Авдокушин В. П., Самарай В. П.** Реологическое моделирование уплотнения форм и стержней вибрацией // Процессы литья. — 2002. — № 4. — С. 65.
2. **Самарай В. П., Авдокушин В. П., Дорошенко С. П., Мазнюк В. М.** Предпроцессорная подготовка имитационного моделирования уплотнения литейных форм и стержней // Процессы литья. — 2003. — № 2. — С. 62.
3. **Самарай В. П., Авдокушин В. П., Дорошенко С. П., Мазнюк В. М.** Методика использования постоянной сетки структурирования при имитационном моделировании уплотнения литейных форм и стержней // Процессы литья. — 2003. — № 4. — С. 47.

*The authors propose a variant of the method for building educational computer software — training task generators based on expert systems. These are simulators for recognition tasks or training systems. Expert systems can be used both in production process and for training.*

## АНОНС!

Готовится к изданию книга доктора технических наук **В. М. Соифера**  
“*Выплавка стали в кислых электропечах*”.

**Ваши заявки просьба присылать в редакцию журнала**  
“**Литейное производство**”

**Тел./факс: (495) 783-26-28;**  
**e-mail: lp@niit.ru**