

## Алгоритмическое и программное обеспечение информационно-обучающей системы «Шихтовщик алюминиевого расплава»

*Е.А. Мартусевич, В.Н. Буинцев, С.Н. Калашиников*

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», Новокузнецк*

**Аннотация:** Разработанная информационно-обучающая система предназначена для профориентации, начального обучения и повышения квалификации технологического персонала промышленных предприятий, связанных с шихтовкой и разливкой алюминиевых сплавов различных марок. Система содержит необходимый объём теоретической информации, которая описывает основные принципы производства алюминия с применением наиболее известных технологических операций, направленных на формирование требуемых сплавов металла с заданным химическим составом посредством программного моделирования.

**Ключевые слова:** информационно-обучающая система, управляющее воздействие, модель-имитатор, технологический персонал, марка алюминия, шихтовка, химический состав, себестоимость производства.

Одним из самых доступных и наиболее эффективных способов повышения показателей качества любого производства считается обучение и повышение квалификации технологического персонала. Обучение позволяет снизить количество ошибок управления и повысить конечную долю полезных воздействий на объект управления и его составляющие [1].

Процесс шихтовки алюминиевого расплава заключается в формировании алюминиевого сплава с заданным химическим составом по принципу смешения масс имеющихся исходных компонентов в необходимых пропорциях, посредством слива ковшей в печь до полной ёмкости [2].

Особенностью разработки систем обучения является необходимость имитации каналов измерения выходной информации, поскольку последние имеют настолько значимое влияние на характеристики готовой продукции, что небольшое отклонение от эталонных значений существенно усложняет процесс производства металла с точки зрения управления [3].

Система обучения обычно обладает наибольшей эффективностью, если позволяет сформировать комплексный набор навыков принятия решений, основывающихся на возможности смоделировать адекватный динамический

---

отклик рассматриваемого объекта и встречное поведение системы управления этапами технологического процесса на различные произвольные, а порой и провоцирующие действия пользователя системы [4].

Для визуализации технологического процесса была создана модель-имитатор, которая воспроизводит поведение объекта в зависимости от управляющих воздействий и внешних возмущений [5,6].

К первичному входному потоку информации относятся все исходные данные процесса, которые влияют на производство металла. Также при построении модели учитываются возмущающие воздействия, называемые помехами.

К помехам относятся различные потери температуры, образование осадка, а также не рациональное использование доступных материалов. При формировании выходных параметров используются некоторые физические и математические расчётные закономерности.

Так, после обработки входного потока информации, моделью-имитатором формируется выходной поток информации, к которому следует отнести следующие данные:

- итоговый химический состав марки алюминиевого сплава;
- итоговая температура расплава в миксере, с учётом всех воздействий;
- процент выполнения исходного заказа;
- масса сформированного расплава для разливки готовой продукции;
- масса затраченных модифицирующих материалов;
- себестоимость конечной массы сформированного расплава алюминия;
- время, затраченное на формирование заданного объёма заказа [7,8].

С учётом данных сведений спроектирована и разработана специальная автоматизированная информационно-обучающая система с рабочим названием «Шихтовщик алюминиевого расплава» или «Алюминщик» [9].

---

Исходные данные в системе являются либо постоянными, либо уникальными, то есть изменяющимися, что добавляет универсальности, данной разработке [10]. На рис. 1 представлен алгоритм обучения, использованный в системе.

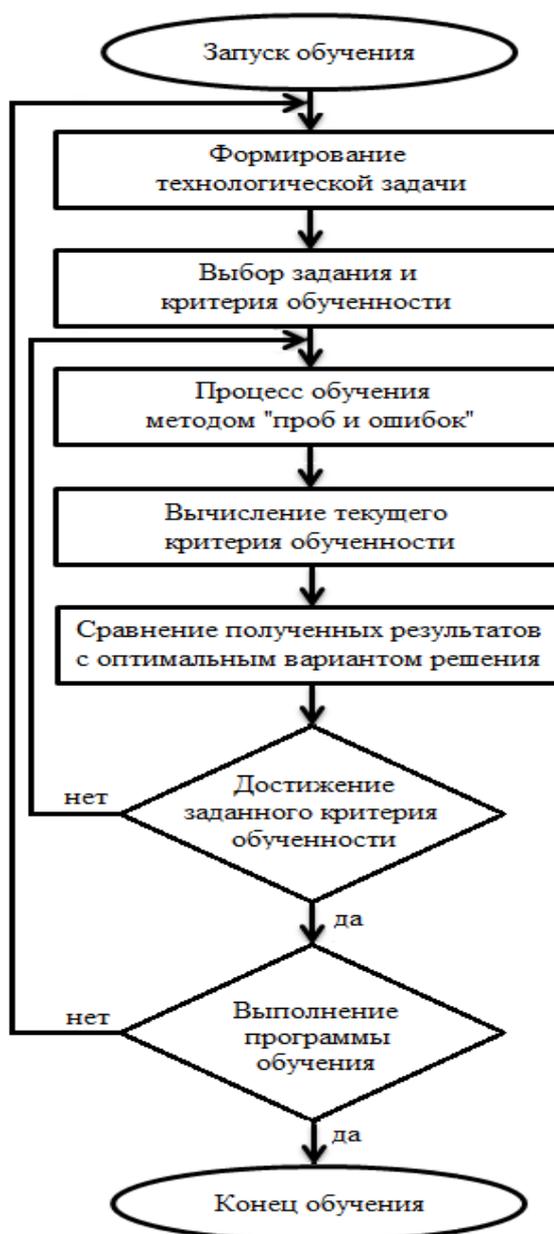


Рис. 1. – Алгоритм работы информационно-обучающей системы

Система позволяет пользователям эмпирическим путем, т.е. методом проб и ошибок производить многократный поиск наилучшего варианта

---

решения заданной технологической задачи. Полученные результаты пользовательского решения постоянно сопоставляются с «эталонным» вариантом решения, который рассчитывается посредством применения метода последовательной оптимизации, где решение одной подзадачи становится основой для последующих расчётов, что приводит к наиболее быстрому и оптимальному варианту решения.

Процесс обучения разбивается на два циклических подпроцесса. Основной цикл, описывающий первый подпроцесс, необходим для перебора имеющегося списка вариантов задач, с возможностью выбора типа и вида конкретной учебной задачи с целью формирования требуемого варианта задания для обучаемого на основе критерия обученности.

Очевидно, что цикл заканчивает свое выполнение после перебора всех учебных задач. Внутренний цикл, представляющий второй подпроцесс, предназначен для многократной отработки навыков решения поставленной технологической задачи методом проб и ошибок. Конец работы данного цикла происходит при достижении заданного критерия обученности.

Разработка и программирование информационно-обучающей системы произведено на языке высокого уровня C#, с использованием современной среды разработки Microsoft Visual Studio 2017 [11]. На рис. 2 представлен пользовательский интерфейс информационно-обучающей системы.

Использование современного языка программирования C# повышает стабильность и безопасность конечного программного продукта за счёт применения скомпилированного набора функций, позволяющих осуществлять автоматическое управление внутренними ресурсами исполняемого кода.

Такое решение положительно влияет на снижение распространения ошибок программирования и позволяет получать стабильный код [12].

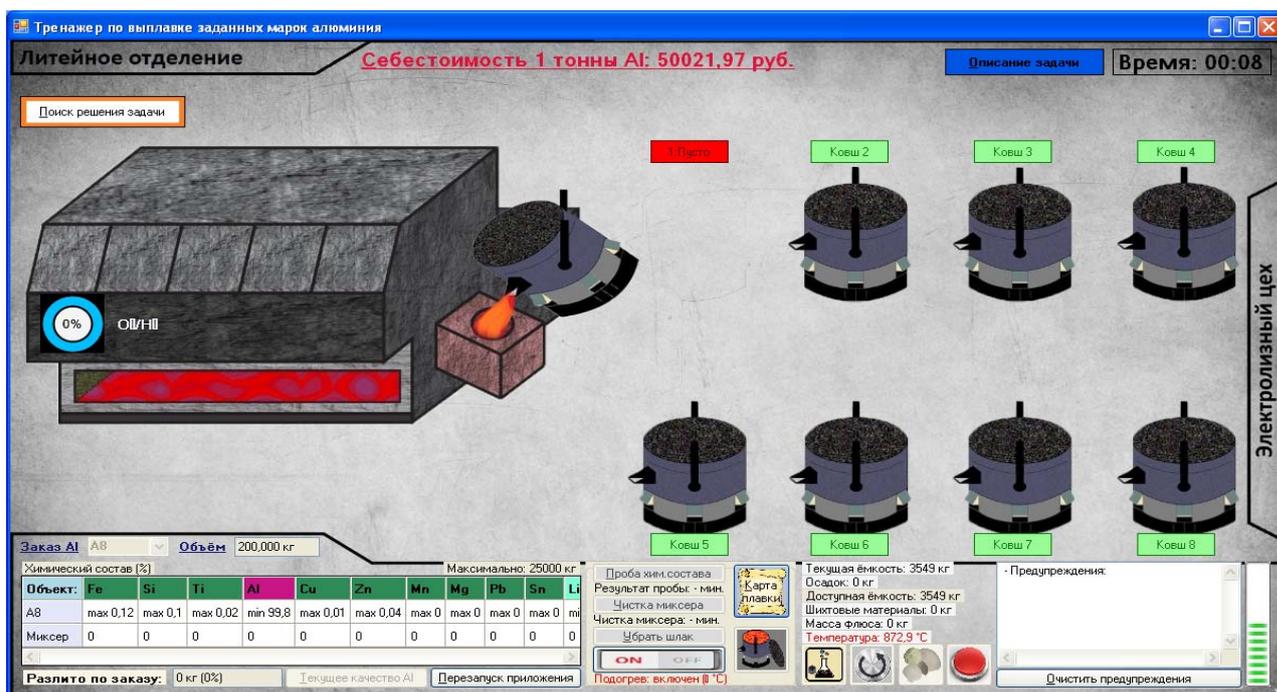


Рис. 2. – Пользовательский интерфейс информационно-обучающей системы

Таким образом, можно отметить, что разработка информационно-обучающих систем, их информационной и программной составляющей позволяют существенно повысить экономическую выгоду за счёт их использования, улучшить качество обучения, а также способствует успешному внедрению и признанию полезности компьютерного тренинга.

### Литература

1. Методы стимулирования учебно-познавательной деятельности. URL: [infourok.ru/metodi-stimulirovaniya-uchebnopoznavatelnoy-deyatelnosti-820301.html](http://infourok.ru/metodi-stimulirovaniya-uchebnopoznavatelnoy-deyatelnosti-820301.html) (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Степанова, Т.Н., Гильманшина Т.Р., Падалка В.А. Основы получения отливок из сплавов цветных металлов: учеб. пособие. – Красноярск, 2016. - 80 с.
3. Введение в математическое моделирование. URL: [intuit.ru/studies/courses/1384/156/lecture](http://intuit.ru/studies/courses/1384/156/lecture), (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.



4. Коротец П.А., Федосов Б.Т. Теория автоматического управления. Динамические объекты: учеб. пособие / Ростов-на-Дону, 2012. - 87 с.
  5. Технологические этапы создания и использования моделей. URL: [itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley](http://itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley) (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
  6. Шайкин, А.С. Шайкина Е.В. Применение комплекса полунатурного моделирования в процессе проектирования информационно-измерительных и управляющих систем // Инженерный вестник Дона, 2014, №1 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248).
  7. Сироткин, А.В., Бархатов Н.И. Модель системы автоматизированного управления информационным обслуживанием // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2021](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2021).
  8. База нормативной документации производства алюминия. URL: [complexdoc.ru/ntdpdf/481242/slitki\\_iz\\_alyuminiya\\_i\\_alyuminievykh\\_deformiruemyykh\\_splavov\\_ploskie\\_dlya.pdf](http://complexdoc.ru/ntdpdf/481242/slitki_iz_alyuminiya_i_alyuminievykh_deformiruemyykh_splavov_ploskie_dlya.pdf), (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
  9. Мартусевич, Е. А., Буинцев В.Н. Тренажер «Алюминщик» для обучения технологического персонала литейного отделения алюминиевого завода // II Международная научно-практическая конференция «Современные научные достижения металлургической теплотехники и их реализация в промышленности», посвященная 90-летию заслуженного деятеля науки РФ Ю. Г. Ярошенко. – 2017, с. 224-228.
  10. Develop Principles of Software. URL: [allkellyassociates.co.uk/static/wrip/PrinciplesSwDev.pdf](http://allkellyassociates.co.uk/static/wrip/PrinciplesSwDev.pdf), (free) – The title from the screen. – Lang. Rus.
  11. Troelsen, E. Library of the programmer: C # and .NET platform: study guide / St. Petersburg: Peter, 2017. - 800 p.
-



12. Stability of C# - Stable Code Examples. URL: [csharp.hotexamples.com/examples/Stability/Stable/-/php-stable-class-examples.html](http://csharp.hotexamples.com/examples/Stability/Stable/-/php-stable-class-examples.html), (free) – The title from the screen. – Lang. Rus.

### References

1. Metody stimulirovaniya uchebno-poznavatel'noj dejatel'nosti [Methods of stimulating educational and cognitive activity]. URL: [infourok.ru/metodi-stimulirovaniya-uchebnopoznavatelnoy-deyatelnosti-820301.html](http://infourok.ru/metodi-stimulirovaniya-uchebnopoznavatelnoy-deyatelnosti-820301.html) (dostup svobodnyj) – Zagl. s jekrana. – Jaz. rus.

2. Stepanova, T.N., Gil'manshina T.R., Padalka V.A. Osnovy polucheniya otlivok iz splavov cvetnyh metallov [The basics of producing castings from alloys of non-ferrous metals]: ucheb. posobie. Krasnojarsk, 2016. 80 p.

3. Vvedenie v matematicheskoe modelirovanie [Introduction to Mathematical Modeling]. URL: [intuit.ru/studies/courses/1384/156/lecture](http://intuit.ru/studies/courses/1384/156/lecture), (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. Jaz. rus.

4. Koropec P.A., Fedosov B.T. Teoriya avtomaticheskogo upravlenija [Automatic control theory]. Dinamicheskie ob#ekty: ucheb. posobie. Rostov-na-Donu, 2012. 87 p.

5. Tehnologicheskie jetapy sozdaniya i ispol'zovaniya modelej [Technological stages of creating and using models]. URL: [itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley](http://itteach.ru/statisticheskoe-modelirovanie/technologicheskie-etapi-sozdaniya-i-ispolzovaniya-modeley) (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. Jaz. rus.

6. Shajkin, A.S., Shajkina E. V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2248).

7. Sirotkin, A.V., Barhatov N.I. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2021](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2021).

8. Baza normativnoj dokumentacii proizvodstva aljuminija [Base of regulatory documentation for aluminum production]. URL:



complexdoc.ru/ntdpdf/481242/slitki\_iz\_alyuminiya\_i\_alyuminievykh\_deformirue mykh\_splavov\_ploskie\_dlya.pdf, (dostup svobodnyj). Zagl. s jekrana. Jaz. rus.

9. Martusevich, E. A., Buincev V. N. Trenazher «Aljuminshhik» dlja obuchenija tehnologicheskogo personala litejnogo otdelenija aljuminievogo zavoda. II Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Sovremennye nauchnye dostizhenija metallurgicheskoy teplotehniki i ih realizacija v promyshlennosti», posvjashhennaja 90-letiju zasluzhennogo dejatelja nauki RF Ju. G. Jaroshenko. 2017, pp. 224-228.

10. Develop Principles of Software. URL: [allkellyassociates.co.uk/static/wrip/PrinciplesSwDev.pdf](http://allkellyassociates.co.uk/static/wrip/PrinciplesSwDev.pdf), (free). The title from the screen. Lang. Rus.

11. Troelsen, E. Library of the programmer: C # and .NET platform: study guide. - St. Petersburg: Peter, 2017. 800 p.

12. Stability of C# - Stable Code Examples. URL: [csharp.hotexamples.com/examples/Stability/Stable/-/php-stable-class-examples.html](http://csharp.hotexamples.com/examples/Stability/Stable/-/php-stable-class-examples.html), (free). The title from the screen. Lang. Rus.