



УДК: 004.942

## ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ КАК СРЕДСТВА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ И СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРОВ ХИМИКОВ-ТЕХНОЛОГОВ

### STRENGTHENING PIPELINE BRANCHES WITH HELP REINFORCEMENT ELEMENT FROM POLYCARBAMIDE

**Кузнецов Андрей Сергеевич**

кандидат технических наук, доцент,  
кафедра информационных систем в химической технологии,  
МИРЭА – Российский технологический университет,  
институт тонких химических технологий  
askuznetsov@mitht.ru

**Корнюшко Валерий Федорович**

доктор технических наук, профессор,  
кафедры информационных систем в химической технологии,  
МИРЭА – Российский технологический университет,  
институт тонких химических технологий

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы, касающиеся разработки средств обучения инженеров-технологов в практике их производственной деятельности. Показана целесообразность создания системы непрерывного профессионального обучения с использованием комплекса информационных систем, включающих имитационные модели. Применение таких информационных систем позволяют инженеру-технологу совершенствовать подходы к принятию решений в сложной технологической обстановке, когда управленческие решения неоднозначны и могут быть недостаточно эффективными, приводя к образованию брака продукции. Такой подход особенно эффективен в системе дополнительного непрерывного профессионального обучения и представляет собой расширенную модель информационной поддержки для оптимизации принятия решений на производстве.

Предложена модель алгоритмической и информационной поддержки, основанная на интеллектуальной системе управления на основе комплексного анализа технологической информации, базе данных основной технологической информации. Данная интеллектуальная информационная система является программной средой для дополнительного профессионального обучения операторов инженеров – технологов и одновременно – одним из инструментов для оптимизации управления химико-технологическими процессами на производстве.

**Ключевые слова:** имитационная модель, средства информационной поддержки, профессиональное обучение, принятие решений.

**Kuznetsov Andrey Sergeevich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Department of Information Systems in  
Chemical Technology,  
MIREA – Russian Technological University,  
Institute of Fine Chemical Technology  
askuznetsov@mitht.ru

**Kornyushko Valery Fedorovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Department of Information Systems in  
Chemical Technology,  
MIREA – Russian Technological University,  
Institute of Fine Chemical Technology

**Annotation.** Issues related to the development of training tools for process engineers in the practice of their production activities are considered. The expediency of creating a system of continuous professional education using a complex of information systems, including simulation models, is shown. The use of such information systems allows the process engineer to improve approaches to decision-making in a complex technological environment, when managerial decisions are ambiguous and may not be effective enough, leading to product defects. This approach is especially effective in the system of additional continuous vocational training and represents an extended model of information support to optimize decision making in production.

A model of algorithmic and information support based on an intelligent control system based on a comprehensive analysis of technological information, a database of basic technological information is proposed. This intelligent information system is a software environment for additional professional training of operators of process engineers and, at the same time, one of the tools for optimizing the management of chemical-technological processes in production.

**Keywords:** simulation model, information support tools, vocational training, decision making.

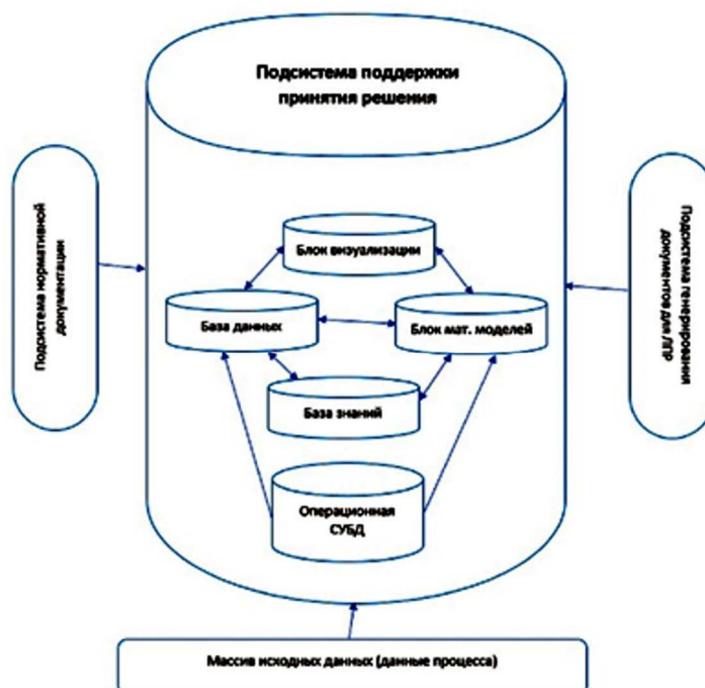
Н а сегодняшний день интеллектуальные тренажеры являются основным средством обучения операторов химиков – технологов [1]. Они являются необходимым звеном в формировании уровня специалистов по контролю и управлению химико-технологическими процессами, обеспечивая передачу ценных знаний. Применение имитационных моделей в обучении позволяет в безопасных условиях воспроизвести огромное количество технологических ситуаций на реальном производстве химической продукции, решить задачи их прогнозирования, идентификации, анализа, формирования и, в конечном итоге, выработки и принятия управленческих решений [2]. Предложенная программно-алгоритмическая модель информационной поддержки включает в себя модуль базы данных и базы знаний по контролю и управлению процессом (рис. 1).



Модуль «база знаний» содержит набор производственных правил – инструкций – рекомендаций по принятию решения в данной технологической ситуации. Применение средств информационной поддержки по контролю и управлению химико-технологическими процессами призвано облегчить и ускорить процесс принятия решений в сложной и неоднозначной обстановке.

Система содержит ряд подсистем, из которых далее рассматривается подсистема поддержки управленческих решений.

Подсистема поддержки принятия управленческих решений содержит блок визуализации, базу данных, блок математических моделей и блок подготовки управленческих решений на основе выработанной системы производственных правил (производственных моделей).



**Рисунок 1** – Архитектура интегрированной информационной системы управления химико-технологическими процессами смешения и структурирования эластомерных композитов. Обозначения: ЛПР – лицо, принимающее решения

Основная проблема, с которой сегодня сталкиваются промышленные производители – проблема надлежащей подготовки специалистов по контролю и управлению производственными процессами. В основе безопасной, эффективной и высокопроизводительной работы лежит хорошая подготовка и компетентность операторов. Основные преимущества применения системы обучения операторов-технологов на основе комплекса информационных моделей приведены на рисунке 2:



**Рисунок 2** – Преимущества внедрения комплекса информационных моделей для обучения операторов-технологов



Предложенная модель обучающего комплекса направлена на выработку, закрепление и углубление профессиональных знаний и практических навыков по контролю и управлению химико-технологическими процессами.

Управление в химико-технологических процессах трактуется как направленное воздействие на химико-технологическую систему производства продукции, которое обеспечивает поддержание оптимальных параметров данного процесса [11].

Дополнительное непрерывное профессиональное обучение инженеров-технологов – крайне важная задача. Профессионализм оператора – технолога в значительной степени определяется своевременностью и точностью принятия решений по контролю и управлению производственными процессами. При этом важную роль играет интеллектуальная система информационной поддержки. Наиболее эффективным вариантом является программный комплекс – тренажер на основе интеллектуальной информационной системы управления на основе сформированной базы знаний (системы производственных правил), построенных на основе анализа накопленной технологической информации. Блок математических моделей позволяет получить набор количественных характеристик, описывающих различные стадии переработки исходного сырья в готовую продукцию, что значительно облегчает процесс принятия решений при различных технологических ситуациях на производстве.

### Литература:

1. Запасная Л.А. Интеллектуальная автоматизированная система подготовки химиков-технологов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2014. – 20 с.
2. Разработка автоматизированных лабораторных комплексов: учеб. пособие / А.Ф. Егоров [и др.]. – М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. – 176 с.
3. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для многоуровневой подготовки химиков-технологов // Открытое образование, 2012. – № 6. – С. 20–33.
4. Реологические и вулканизационные свойства эластомерных композиций / И.А. Новаков [и др.]. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2008. – 332 с.
5. Monsanto Rheometer 100, Description and application. Technical Bulletin № IS-1. – P. 18.
6. Новаков И.А., Новопольцева О.М., Кракшин М.А. Методы оценки и регулирования пластозластических и вулканизационных свойств эластомеров и композиций на их основе. – М. : Химия, 2000. – 240 с.
7. Coughanowr D. Process Systems Analysis and Control McGraw-Hill Science // Engineering/Math; 2 edition. – 1991. – 640 p.
8. Кузнецов А.С., Агаянц И.М., Овсяников Н.Я. Модификация осей координат при количественной интерпретации реометрических кривых // Тонкие химические технологии. – 2015. – № 2. – С. 67–70.
9. Кузина Е.В. Разработка математического обеспечения экспертной обучающей системы подготовки операторов химических производств : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1996. – 22 с.
10. Рылов С.А. Разработка компьютерных информационных тренажеров на основе технологий виртуализации : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2011. – 20 с.
11. Мешалкин В.П. Экспертные системы в химической технологии. – М. : Химия, 1995. – 367 с.
12. ISO 6502 Rubber–Measurement of vulcanization characteristics with rotorless curemets. Second edition, 1991.
13. Уральский М.Л., Горелик Р.А., Буканов А.М. Контроль и регулирование технологических свойств резиновых смесей. – М. : Химия, 1983. – 128 с.
14. Агаянц И.М., Наумова Ю.А., Кузнецов А.С. Анализ корреляционных соотношений в области реометрических исследований резин // Вестник МИТХТ, 2013. – Т. 8. – № 1. – С. 15–19.
15. Кузнецов А.С. Информационная поддержка системы управления технологическим процессом структурирования эластомерных систем с применением реометрических кривых / В.Ф. Корнюшко, И.А. Гончаров, И.М. Агаянц // Прикладная информатика. – 2016. – № 2. – С. 5–12.
16. Кузнецов А.С., Агаянц И.М., Корнюшко В.Ф. Реограмма как инструмент управления технологическим процессом структурирования эластомерных систем // Научно-технические химические технологии – 2015 : сб. тр. науч.-практ. конф. – М. : Изд-во МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2015. – С. 143.
17. Ogunnaike B., Ray W. Process Dynamics, Modeling, and Control Oxford University Press. 1994. – 1296 p.
18. Кузнецов А.С., Корнюшко В.Ф. Информационная поддержка системы управления технологическим процессом структурирования эластомерных систем // Российско-американская научная школа-конференция «Моделирование и оптимизация химико-технологических процессов» : сб. тр. науч.-практ. конф. – Казань, 2016. – С. 35.

### References:

1. Zapasnaya L.A. Intelligent Automated System of Training of Chemical Process Engineers: Ph. Candidate of Technical Sciences. – M., 2014. – 20 p.
2. Development of automated laboratory complexes: tutorial / A.F. Egorov [et al.]. – M. : D. I. Mendeleev Russian Chemical Technology University, 2006. – 176 p.
3. Egorov A.F., Savitskaya T.V., Zapasnaya L.A. Interdisciplinary automated training system based on network technologies for multilevel training of chemical engineers // Open Education, 2012. – № 6. – P. 20–33.
4. Rheological and vulcanizing properties of elastomeric compositions / I.A. Novakov [et al.]. – M. : ICC «Academkniga», 2008. – 332 p.



5. Monsanto Rheometer 100, Description and application. Technical Bulletin № IS-1. – P. 18.
6. Novakov I.A., Novopoltseva O.M., Krakshin M.A. Methods of evaluation and regulation of plastoelastic and vulcanization properties of elastomers and compositions based on them. – M. : Chemistry, 2000. – 240 p.
7. Coughanowr D. Process Systems Analysis and Control McGraw-Hill Science // Engineering/Math; 2 edition. – 1991. – 640 p.
8. Kuznetsov A.S., Aghayants I.M., Ovsiyanikov N.Y. Modification of coordinate axes during quantitative interpreting of rheometric curves // Fine Chemical Technologies. – 2015. – № 2. – P. 67–70.
9. Kuzina E.V. Development of mathematical support for an expert training system for chemical production operators: Ph. Candidate of Technical Sciences. – M., 1996. – 22 p.
10. Rylov S.A. Development of computer information simulators on the basis of virtualization technologies: abstract of Ph. Candidate of Technical Sciences. – M., 2011. – 20 p.
11. Meshalkin V.P. Expert systems in chemical technology. – M. : Chemistry, 1995. – 367 p.
12. ISO 6502 Rubber–Measurement of vulcanization characteristics with rotorless curemetrs. Second edition, 1991.
13. Uralsky M.L., Gorelik R.A., Bukanov A.M. Control and regulation of technological properties of rubber mixtures. – M. : Chemistry, 1983. – 128 p.
14. Agayants I.M., Naumova A.A., Kuznetsov A.S. Analysis of correlation relations in the field of rheometric studies of rubbers // Bulletin of MITHT, 2013. – Vol. 8. – № 1. – P. 15–19.
15. Kuznetsov A.S. Information support of control system of elastomeric systems structuring technological process using rheometric curves / V.F. Korniyushko, I.A. Goncharov, I.M. Aghayants // Applied Informatics. – 2016. – № 2. – P. 5–12.
16. Kuznetsov A.S., Agayants I.M., Korniyushko V.F. Rheogram as a control tool for the technological process of structuring elastomeric systems // Science-intensive chemical technologies – 2015: Proceedings of scientific-practical conference – M. : Publishing house of MITHT named after M.V. Lomonosov, 2015. – P. 143.
17. Ogunnaike B., Ray W. Process Dynamics, Modeling, and Control Oxford University Press. 1994. – 1296 p.
18. Kuznetsov A.S., Korniyushko V.F. Information support for control systems of elastomer systems structuring technological process // Russian-American scientific school-conference «Modeling and optimization of chemical-technological processes». – Kazan, 2016. – P. 35.