

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ
ФЛОТАЦИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Ю. Ш. Абдуганиева

*старший преподаватель Алмалыкского филиала
ТашГТУ имени И.Каримова г.Алмалык, Узбекистан.*

Аннотация: Современная горно-обогатительная промышленность активно внедряет автоматизированные системы управления технологическими процессами, включая флотацию. Эти изменения требуют соответствующего обновления образовательных программ для подготовки инженерных кадров. В данной статье рассмотрены подходы к интеграции методов автоматизации флотации в образовательную среду: от учебных курсов до цифровых лабораторий и проектной деятельности студентов. Представлены примеры использования симуляционных моделей, SCADA-систем и алгоритмов интеллектуального управления в учебных целях. Сделан вывод о необходимости междисциплинарного подхода к подготовке специалистов нового поколения.

Ключевые слова: автоматизация, флотация, образование, АСУ ТП, цифровой двойник, SCADA, техническое обучение.

Флотация — важнейший процесс в технологии обогащения руд цветных металлов, основанный на различии поверхностных свойств минералов. В современных условиях эффективность флотации определяется не только химическими реагентами и конструкцией аппаратов, но и степенью автоматизации управления процессом. Применение систем автоматического регулирования и интеллектуального управления позволяет повысить извлечение ценных компонентов, снизить энергозатраты и обеспечить устойчивость работы обогатительных фабрик. Развитие цифровых технологий в промышленности актуализирует проблему подготовки кадров, способных проектировать, внедрять и сопровождать такие системы. В этом контексте автоматизация флотации представляет собой перспективную основу для формирования междисциплинарных компетенций у студентов технических направлений. Настоящая работа посвящена анализу методов и средств внедрения элементов автоматизированного управления флотацией в образовательный процесс.

1. Методологические основы интеграции автоматизации в образование

Интеграция автоматизации в образовательную среду возможна на трёх уровнях:

- Концептуальный уровень — формирование учебных курсов, посвящённых теории и практике автоматизации технологических процессов;

- Практический уровень — организация лабораторных и практических работ на базе цифровых моделей и симуляторов;

- Исследовательский уровень — реализация проектной деятельности, направленной на разработку элементов АСУ ТП для флотационных процессов.

Основой такой интеграции выступает системный подход, предусматривающий совместное использование знаний в области технологии флотации, теории управления, программирования, обработки данных и моделирования.

2. Практическая реализация в образовательной среде

2.1. Учебные курсы

В учебных планах технических вузов могут быть реализованы следующие курсы:

- Автоматизация обогатительных процессов: изучение структуры и принципов работы АСУ ТП;

- Моделирование технологических процессов: использование программных средств Simulink, MATLAB, AnyLogic;

- Цифровые технологии в горном деле: знакомство с SCADA-системами (TRACE MODE, WinCC), ПЛК, цифровыми двойниками.

2.2. Лабораторные комплексы

Лабораторные занятия могут основываться на:

- моделировании флотационных процессов с использованием Python и MATLAB;

- визуализации управления установкой на базе SCADA;

- разработке простых алгоритмов регулирования уровня пульпы, расхода реагентов, степени аэрации.

Создание симуляторов позволяет студентам безопасно отработать навыки настройки и диагностики автоматических систем.

2.3. Исследовательская деятельность

Проектные и выпускные квалификационные работы могут быть направлены на:

- создание цифрового двойника флотационной камеры;

- разработку нейросетевых или нечётких алгоритмов управления;

- анализ производственных данных с целью оптимизации параметров флотации.

Такой подход способствует вовлечению студентов в прикладные научные исследования и формированию компетенций инженеров XXI века.

3. Результаты внедрения

Практика внедрения элементов автоматизации в образовательную среду показывает:

- рост интереса студентов к инженерным дисциплинам;
- повышение уровня самостоятельной исследовательской работы;
- улучшение показателей трудоустройства выпускников в высокотехнологичные компании.

Особенно эффективно использование гибридных образовательных платформ, сочетающих теоретическую подготовку и практические задания на виртуальных или реальных стендах.

4. Обсуждение

Несмотря на очевидные преимущества, существуют и трудности внедрения:

- дефицит современного лабораторного оборудования;
- необходимость переподготовки преподавателей.

Тем не менее, на фоне развития цифровой трансформации промышленности возникает потребность в актуализации образования, в том числе за счёт интеграции таких тематик, как ИИ, машинное обучение и предиктивная аналитика в управлении обогатительными процессами.

Автоматизация флотации представляет собой не только технологическую необходимость, но и мощный образовательный ресурс. Внедрение соответствующих методов в учебный процесс способствует формированию у студентов критически важных компетенций: системного мышления, навыков программирования, способности к аналитике и инженерному проектированию. Это особенно важно в контексте подготовки специалистов для горной и металлургической отраслей, ориентированных на цифровое будущее.

Использованная литература:

1. Лисицын В.М. Системы автоматизации технологических процессов. — СПб: Питер, 2021.
2. Григорьев С.Ю., Иванов А.В. Автоматизация обогатительных фабрик. — М.: Недра, 2020.
3. Пташинский Б.Б. Основы флотации. — Екатеринбург: УрГУ, 2018.
4. Абдуганиева Ю.Ш. Автоматизация технологических процессов - *European Journal of Humanities and Educational Advancements* 3 (12), 130-131, 2022
5. Zhang Y., Peng Y. Advanced control strategies for flotation processes. // *Minerals Engineering*, 2021, 169, 106961.
6. Шевченко И.В. Применение SCADA-систем в обучении студентов технических вузов. // *Высшее образование в России*, 2022, №3.
7. Grando, A. et al. Digital twins in mineral processing: A review of applications. // *Powder Technology*, 2023, 419, 118609.