

## ОТЗЫВ

научного руководителя о работе Закамалдина Андрея Андреевича, представившего диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Оптимальное управление процессом измельчения в шаровой мельнице с применением прогнозирующей модели» по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Закамалдин А.А. в 2016 г. поступил в аспирантуру Томского политехнического университета на направление 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». В процессе обучения в магистратуре и аспирантуре активно участвовал в олимпиадах и конференциях. Его работы отмечены двумя дипломами II-степени. В рамках программы элитного технического образования прошёл курсы с углублённой фундаментальной подготовкой.

Диссертация Закамалдина А.А. посвящена актуальной проблеме оптимального управления процессом измельчения руды в шаровой мельнице в режиме эксплуатации с высокой производительностью. Управление данным технологическим процессом в таком режиме является сложным вопросом из-за высокой вероятности недопустимой перегрузки мельницы рудой. Для решения проблемы в работе используется математическая модель с нейросетью. Проведено достаточное количество экспериментов, на основании которых нейросеть может быть обучена. Предложен метод управления, позволяющий избежать перегрузки, при этом сохраняя режим максимальной эффективности. Полученный метод реализован в программируемом логическом контроллере на базе микропроцессора STM32F207, что позволило существенно понизить стоимость оборудования управления процессом. Полученные решения планируется использовать в разрабатываемом проекте управления измельчением щебня в Туганском горно-обогатительном комбинате. Имеется акт внедрения.

В ходе диссертационного исследования Закамалдин А.А. проявил высокую трудоспособность, самостоятельность, терпение и усердие в поисках решений. В общении с коллегами вежлив и тактичен. Способен быстро и эффективно собирать научно-техническую информацию по заданной проблематике, анализировать и исследовать материал. Прекрасно ориентируется в современном оборудовании систем автоматического управления. Обладает ценными способностями инженера-исследователя, что позволяет в процессе работы действующих систем фиксировать всю необходимую информацию для анализа и дальнейших экспериментов. В процессе совместной работы Андрей показал, что способен самостоятельно

формировать текущие задачи по исследованию процессов управления, при этом в большинстве случаев результаты работы и решения имели предсказуемый полезный результат. Кроме навыков в исследовательской деятельности соискатель имеет опыт работы инженера. Полученные результаты, выводы, сформированные идеи, предложения, направления дальнейшей деятельности, свидетельствуют о том, что он состоявшийся исследователь в научной деятельности.

Результаты исследования отражены в 8 работах; две из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, две публикации проиндексированы в базе Scopus. Имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы обсуждались на всероссийских научно-технических конференциях, семинарах ОЭЭ ИШЭ ТПУ. Полученные в результате исследований математические модели, программы, алгоритмы и технические решения могут быть реализованы в системах управления технологическими процессами измельчения на программируемых логических контроллерах НПО «ВЭСТ».

Диссертация Закамалдина А.А. является завершённой научно-исследовательской работой, в которой предложены математическая модель и концепция управления, а также технические решения для применения на ПЛК.

Считаю, что диссертационная работа Закамалдина Андрея Андреевича соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., а её автор заслужил право выступать в качестве соискателя ученой степени кандидата наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Научный руководитель – д.т.н., доцент,  
профессор отделения электроэнергетики и электротехники  
Инженерной школы энергетики  
Национального исследовательского Томского  
политехнического университета

Шилин Александр Анатольевич

Рабочий адрес: 634030, г. Томск, пр. Ленина, 30  
тел. (3822) 400-838  
e-mail: [shilin@tpu.ru](mailto:shilin@tpu.ru)

Подпись А.А. Шилина заверяю  
Учёный секретарь Учёного совета  
Национального исследовательского Томского  
политехнического университета



Е.А. Кулинич