

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
МАТЕМАТИКИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГЕОФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИВМиМГ СО РАН)

Просп. Академика Лаврентьева, 6,
Новосибирск, 630090

Тел.: (383)330-83-53, факс (383)330-87-83
e-mail: director@sscc.ru

ОКПО 03533843, ОГРН 1025403656420,
ИНН/КПП 5408100025/540801001

11.02.2019 № 15301/20.1-03-33

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
ВРИО директора ИВМиМГ СО РАН
профессор РАН

_____ М.А. Марченко

« 11 » февраля 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о диссертации БОНДАРЕВОЙ Любови Васильевны
**«Распространение нерастворенных примесей в затопленных
подземных выработках»,**
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 05.13.18 – математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Кемеровская область относится к промышленно развитым регионам Российской Федерации и проблема загрязнений окружающей среды промышленными отходами стоит здесь особенно остро. Наличие в регионе большого числа угольных предприятий создает проблему очистки воды, интенсивно используемой как при добыче угля, так и при его переработке. По этой причине поиск новых и совершенствование уже применяемых способов очистки и захоронения жидких промышленных стоков остается важной задачей. Впервые в российской практике в Кузбассе для очистки шламовых стоков обогатительной фабрики «Комсомолец» были использованы отработанные выработки шахты «Кольчугинской». Такой способ очистки представляет большой практический интерес для региона, так как в результате закрытия нерентабельных угледобывающих предприятий техногенными подземными водами заполнены достаточно большие по суммарному объему подземные пространства, которые можно использовать как очистные сооружения. Кроме того, очистка в отработанных горных выработках закрытых и затопленных угольных шахт подразумевает, что опасные осевшие илы остаются в выработанном пространстве, и дополнительные капиталовложения для их обезвреживания не требуются. Несмотря на ожидаемую экономическую выгоду такого способа очистки важно следить за безопасностью его применения, и не допускать «залпового выброса» загрязнений из шахты, при котором концентрация примеси в очищенных стоках значительно и резко растет. Также возникает потребность в

поиске инструмента, который позволит оценить время безопасной работы выработки как очистного сооружения, так как по мере заиливания угольной шахты осевшими взвешенными примесями эффективность очистки будет падать, а вероятность «залпового выброса» расти.

Натурные эксперименты в подземных выработках крайне дороги и сопряжены со значительными техническими трудностями. Главную роль при исследовании сложных процессов распространения стоков и содержащихся в них взвешенных примесей приобретает метод вычислительного эксперимента и весьма актуальной проблемой современной прикладной математики, имеющей важное общегосударственное, общенаучное и практическое значение, становится разработка иерархии адекватных математических моделей, надежных численных методов для поиска приближенных решений этих моделей, комплексов реализующих эти методы программ, интерактивных систем расчета и обработки результатов. Решению этой актуальной проблемы посвящена диссертационная работа Л.В. Бондаревой, в которой представлены все перечисленные выше компоненты метода математического моделирования, позволяющего на современном уровне сформулировать обоснованные рекомендации для совершенствования процессов очистки сточных вод от взвешенных примесей с помощью затопленных угольных шахт.

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты, принадлежащие лично автору:

- получена математическая постановка задачи моделирования процесса очистки жидких промышленных стоков в отработанных горных выработках закрытых и затопленных угольных шахт, с учетом поступления грунтовых вод, наличия в очищаемых стоках взвешенных оседающих и всплывающих примесей, различающихся по фракционному составу, и изменения области решения из-за слеживания осадка;
- разработан комплекс программ, предназначенный для проведения вычислительных экспериментов по исследованию процессов течения и распространения, оседающих и всплывающих, нерастворенных примесей в области, моделирующей закрытый горно-технологический объект, с возможностью изменения области решения;
- получены результаты численного моделирования возникновения явления «залпового выброса» для примесей с различным фракционным составом, а также получены оценки времени «безопасного» использования отработанной горной выработки как очистного сооружения.

Обоснованность перечисленных выше научных результатов не вызывает сомнений. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертационной работы в части предлагаемых математических моделей определяется использованием фундаментальных законов сохранения в механике сплошных сред. Обоснованность разработанных численных алгоритмов достигается подробным описанием последовательности выполнения численных процедур предлагаемых алгоритмов. Отдельные вычислительные процедуры опробованы на тестовых задачах и показали приемлемую для практики точность. Проведенные численные расчеты по моделированию реальных течений для

конкретных конфигураций области течения с выбранным фракционным составом загрязнений показали универсальность разработанного комплекса программ, а также непротиворечивость и хорошее соответствие результатов расчетов данным натурных измерений.

Все основные результаты диссертационной работы опубликованы в печатных работах, в том числе в рецензируемых журналах, и изложены в докладах на различных конференциях, в том числе международных. Выводы, представленные в главах диссертации, заключении и автореферате, базируются на полученных соискателем результатах исследований, обоснованы и не противоречат общепринятым представлениям.

Результаты данной работы направлены на решение актуальной в практическом плане проблемы, связанной с развитием методов математического моделирования процессов очистки промышленных стоков от взвешенных примесей в затопленных горных выработках, и использовались при выполнении проектной части государственного задания 1.630.2014/К и базовой части государственного задания 2014/64. Практическую значимость имеют разработанные соискателем модели и алгоритмы расчета движения и оседания примесей, а также слеживания осадка. Особую практическую ценность имеют полученные результаты численного моделирования «залпового выброса» и оценки времени безопасной работы подземной выработки как очистного сооружения. Предложенные математическая модель, алгоритмы и вычислительная программа, могут применяться для исследования процессов очистки не только в шахте «Кольчугинской», но и для других отработанных горных выработок закрытых и затопленных угольных шахт.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при чтении специальных курсов в Кемеровском государственном университете и Кемеровском государственном техническом университете, в Институте угля и углехимии СО РАН и в Кемеровском отделении Института вычислительных технологий СО РАН для оценки экологического воздействия промышленных предприятий, а также на предприятиях, разрабатывающих проекты очистных сооружений.

Текст диссертации написан достаточно грамотно. Опечатки есть, но их немного. Содержание диссертации соответствует специальности 05.13.18, по которой она представлена к защите. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию. По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

1. Диссертация заметно выиграла бы, если бы расчеты приводились на большем числе сеток по времени.
2. Не приводится теоретическое исследование скорости сходимости используемых в диссертации итерационных схем.
3. В тексте диссертации не описан интерфейс созданного программного комплекса.

Представленная Бондаревой Л.В. диссертация, в которой

– предложена новая математическая модель очистки промышленных стоков от нерастворенных примесей в отработанных горных выработках с учетом всплытия и оседания примеси, особенностей развивающегося в шахте течения и слеживания осадка,

– для численной реализации модели разработан алгоритм изменения области решения из-за слеживания осадка примеси,

– с помощью разработанного программного комплекса получены результаты численных экспериментов, демонстрирующие заиливание выработанного пространства и явление «залпового выброса», а также получены оценки времени «безопасной» эксплуатации отработанной горной выработки как очистного сооружения, является законченной научно-исследовательской работой.

Учитывая актуальность тематики, новизну и практическое значение полученных результатов для совершенствования процессов очистки промышленных стоков от взвешенных примесей, представленная диссертационная работа соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, и удовлетворяет критериям пунктов 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней. Содержание диссертационной работы полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Бондарева Любовь Васильевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18.

Диссертационная работа Л.В. Бондаревой на тему «Распространение нерастворенных примесей в затопленных подземных выработках» и настоящий отзыв на диссертацию были заслушаны и обсуждены 28 января 2019 г. на семинаре лаборатории Суперкомпьютерного моделирования (протокол № 32) в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук (ИВМиМГ СО РАН).

Отзыв подготовил
главный научный сотрудник
лаборатории Суперкомпьютерного
моделирования ИВМиМГ СО РАН
д.ф.-м.н.
11.02.2019

Вшивков Виталий Андреевич

Адрес: 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 6
Тел.: +7(383)3308353
E-mail: contacts@sscc.ru
<https://icmmg.nsc.ru/ru>