

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ (повторное)

Лыченко Наталья Михайловна, доктор технических наук, профессор, зам. председателя, эксперт диссертационного совета Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Первого президента РФ Б.Н. Ельцина по диссертации Турганбаевой А. Б. «Создание алгоритма для математического моделирования течений над сложной подстилающей поверхностью», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18- математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, рассмотрев представленную соискателем Турганбаевой А. Б. диссертацию, пришла к следующему заключению.

### 1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите

Представленная кандидатская диссертация соответствует профилю диссертационного совета.

В работе приводятся результаты численного моделирования различных задач вычислительной аэродинамики: обтекание потоком воздуха одиночного холма, обтекание периодического холма, распределение вредных примесей в атмосфере на базе пакета OpenFOAM – свободно распространяемом инструментарии для численного моделирования задач механики сплошных сред, в частности - задач, в математической постановке которых требуется решение дифференциальных уравнений в частных производных в условиях сложной геометрии среды. Представленная работа отвечает паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, п.4, п.5, п.7.

### 2. Целью исследования

является численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредных примесей на примере горы Сулайман, г. Ош на базе пакета OpenFOAM.

*Актуальность темы диссертации.* Важной и актуальной проблемой является обеспечение долговечности материалов и конструкции линий электропередач в горных местностях Кыргызской Республики. Известно, что для защиты ЛЭП высоких напряжений от пылевидных частиц, приводящих к нежелательному загрязнению изоляции ЛЭП, обычно сооружаются защитные экраны или используются естественные особенности рельефа. Для научно обоснованного принятия такого рода решений необходимо использовать методы математического и численного моделирования, а также существующие вычислительные платформы, ориентированные на решение дифференциальных уравнений в частных производных в условиях сложной геометрии среды, провоцирующей турбулентные процессы в атмосфере. Существует потребность в совершенствовании таких методов и программных средств с целью адаптации их к конкретным географическим условиям, что и обуславливает актуальность темы исследования.

### 3. Научные результаты

3.1 В работе представлены научно-обоснованные теоретические и практические результаты, совокупность которых имеет немаловажное значение для развития способов численного моделирования турбулентных атмосферных течений на неструктурированных сетках над подстилающей поверхностью.

Результаты, представленные в работе:

- проведен обзор состояния проблемы математического моделирования турбулентных атмосферных течений;



11.11.2022



- описана технология моделирования в пакете OpenFOAM, который включает обширный набор имплементированных в себя моделей физических процессов и решателей различных задач механики сплошных сред;

- описан алгоритм построения расчетной сетки с учетом сложной топографии горы Сулайман г. Ош;

- описана процедура создания нового программного модуля (решателя) на основе встроенного в пакет OpenFOAM решателя для моделирования турбулентных несжимаемых потоков ньютоновских жидкостей в изотермических условиях, в который добавлен новый код для решения уравнения переноса примеси;

- проведено тестирование разработанного решателя для одиночного и периодического холмов;

- разработанный решатель применен для моделирования воздушных потоков вокруг горы Сулейман, г. Ош.;

- численно оценено количество итераций и время (в секундах) решения вычислительных задач;

- описаны процедуры построения трёхмерной сетки.

3.2. Полученные автором результаты достоверны, так как подтверждены компьютерным моделированием. Результаты исследований многократно апробированы на международных конференциях.

3.3. Теоретическая значимость диссертационной работы определена необходимостью создания новых численных методов и алгоритмов решения задач математического моделирования турбулентных атмосферных течений с наличием примесей.

3.4. Диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 10 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, является индивидуальной научно-квалификационной работой, имеющей существенное практической значение в области моделирования турбулентных процессов в атмосфере в пакете OpenFOAM.

**4. Практическая значимость полученных результатов (для отрасли, страны, мира).** Полученные результаты диссертационной работы при соответствующей доработке могут быть использованы в разработке территориальной автоматизированной системы контроля выбросов загрязнителей в атмосферу.

#### **5. Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

#### **6. Замечания**

1. При упоминании математической модели исследования (3.5-3.8) необходимо не терять ссылку на уравнение 3.4, поскольку именно оно, по утверждению автора, и есть уравнение переноса примеси. При этом название коэффициента  $a_{eff}$  («эффективная температуропроводность») надо скорректировать с учетом физического смысла решаемой в работе задачи.

2. Пункты научной новизны (6, 10-13) требуют переформулирования, поскольку они множественно используют специфические артефакты пакета OpenFOAM, что не позволяет читателю, не знакомому с тонкостями использования пакета, понимать смысл написанного.

3. Утверждение (п. 3.3), «что концентрация пассивной примеси меньше на 4.5% в наветренной стороне второго холма по сравнению с подветренной стороной первого холма в случае численного моделирования нестационарного обтекания периодического холма воздушным потоком» верно только для рассмотренного модельного примера с высотой



холма 28 мм. Вопрос: что мешало автору рассмотреть холм повыше, чтобы действительно обоснованно давать рекомендацию по поводу размещения опоры ЛЭП?

4. Алгоритм для построения расчетной сетки со сложным рельефом, на разработку которого претендует автор, не содержит научной новизны. Суть алгоритма: на Python пишется программа, которая строит форму поверхности холма, описываемой заданной формулой (при этом выбор числовых параметров в формуле никак не обоснован), затем результат преобразуется в стереолитографический формат (.stl), затем файл размещается в пакете OpenFOAM, в котором создается гексаэдральная фоновая сетка и - затем - трехмерная расчетная сетка.

5. Алгоритм построения трехмерной сетки для горы Сулайман отличается от предыдущего незначительно: в стереолитографический формат преобразуются топографические данные горы в формате Digital Elevation Model (DEM) и также не содержит научной новизны.

## 7. Предложения

Комиссия диссертационного совета предлагает по кандидатской диссертации назначить:

1. в качестве ведущей организации кафедру Прикладной информатики факультета физико-математического образования и информационных технологий Кыргызского государственного университета имени Ишеналы Арабаева,

2. первым официальным оппонентом д.ф.-м.н. Керимбекова А., имеющего важные научные труды по тематике исследования диссертационной работы (специальность по трудам 05.13.18).

3. вторым официальным оппонентом к.ф.-м.н. Картанову А. Дж., имеющей важные научные труды по тематике исследования диссертационной работы (специальность по автореферату 05.13.18).

## 8. Заключение

Диссертационная работа соискателя Турганбаевой А. Б. является индивидуальной научно-квалификационной работой, представленной в виде специально подготовленной рукописи, содержание которой отвечает квалификационным признакам и соответствует требованиям ВАК КР, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**9. Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматике НАН КР и Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б. Н. Ельцина принять к защите диссертацию Турганбаевой А. Б. на тему «Создание алгоритма для математического моделирования течений над сложной подстилающей поверхностью», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.**

Эксперт  
д.т.н., профессор

*Н.М. Лыченко*  
11.11.2022

Лыченко Н.М.



*Подпись: Лыченко Н.М.*  
*Зверева*  
*Чесноков*  
*проф. Лыченко Н.М.*  
*С.В. Корсаков*  
11.11.2022



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лыченко Наталья Михайловна, доктор технических наук, профессор, зам. председателя, эксперт диссертационного совета Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Первого президента РФ Б.Н. Ельцина по диссертации Турганбаевой А. Б. «Создание алгоритма для математического моделирования течений над сложной подстилающей поверхностью», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18- математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, рассмотрев представленную соискателем Турганбаевой А. Б. диссертацию, пришла к следующему заключению.

**1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите**

Представленная кандидатская диссертация соответствует профилю диссертационного совета.

В работе приводятся результаты численного моделирования различных задач вычислительной аэродинамики: обтекание потоком воздуха одиночного холма, обтекание периодического холма, распределение вредных примесей в атмосфере на базе пакета OpenFOAM – свободно распространяемом инструментарию вычислительной гидродинамики. Разработаны программы для решения задачи построения трёхмерной сетки. Однако, представленная работа **не в полной мере** отвечает паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**2. Целью исследования** является численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредных примесей на примере горы Сулайман, г. Ош на базе пакета OpenFOAM.

*Актуальность темы диссертации.* Важной и актуальной проблемой является обеспечение долговечности материалов и конструкции линий электропередач в горных местностях Кыргызской Республики. Известно, что для защиты ЛЭП высоких напряжений от пылевидных частиц, приводящих к нежелательному загрязнению изоляции ЛЭП, обычно сооружаются защитные экраны или используются естественные особенности рельефа. Бурное развитие быстродействующих вычислительных комплексов и методов численного решения нелинейных взаимосвязанных интегро-дифференциальных уравнений, математическое моделирование в данное время является одним из эффективных методов исследований в различных областях науки и техники. Насущная потребность в совершенствовании методов моделирования трёхмерных турбулентных отрывных течений и переноса экологически вредных примесей, определяют актуальность темы исследования.

**3. Научные результаты**

В работе **не представлены новые научно-обоснованные теоретические и практические результаты**, совокупность которых имела бы важное значение для развития физико-математической науки.

**4. Практическая значимость полученных результатов (для отрасли, страны, мира).** Полученные результаты диссертационной работы при соответствующей доработке могут быть использованы в разработке территориальной автоматизированной системы контроля выбросов загрязнителей в атмосферу.

**5. Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.





## 6. Замечания

1. Верификация пакета OpenFOAM7 не может быть задачей диссертационного исследования. Пакет является открытым именно потому, что его создатели, в том числе, верифицировали его.

2. Разработка программных средств не является научной новизной

3. Проведение расчета – также не является научной новизной.

4. Пункт «Личный вклад соискателя» описан не по правилам оформления. (надо указывать долю участия во всех совместных публикациях)

5. Задача №3 Распределение вредных примесей в атмосфере – описание моделирования, проведенного американскими авторами. В чем суть собственных исследований?

6. Алгоритм для построения расчетной сетки со сложным рельефом, на разработку которого претендует автор, не содержит научной новизны. Суть алгоритма: на Python пишется программа, которая строит форму поверхности холма, описываемой заданной формулой (при этом выбор числовых параметров в формуле никак не обоснован), затем результат преобразуется в стереолитографический формат (.stl), затем файл размещается в пакете OpenFOAM, в котором создается гексаэдральная фоновая сетка и - затем – трехмерная расчетная сетка.

6. Алгоритм построения трехмерной сетки для горы Сулайман отличается от предыдущего незначительно: в стереолитографический формат преобразуются топографические данные горы в формате Digital Elevation Model (DEM) и также не содержит научной новизны.

7. Не указан источник экспериментальных данных, с которыми сравниваются результаты моделирования.

8. Не представлен анализ результатов моделирования обтекания горы Сулайман (представлены лишь графики).

9. В работе часто упоминается задача исследования распределения вредных примесей в атмосферном воздухе. Однако ни в автореферате, ни в диссертации не представлены соответствующие математические модели и результаты решения этой задачи.

10. Стоит отметить несбалансированность структуры работы: глава «Результаты собственных исследований» начинается только на 68 странице (всего содержательная часть диссертации – 100 страниц).

## 7. Заключение

Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматике НАН КР и Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б.Н. Ельцина вернуть на доработку диссертацию Турганбаевой А. Б на тему «Создание алгоритма для математического моделирования течений над сложной подстилающей поверхностью», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Эксперт

д.т.н., профессор

*Юдишев Кенеско Н.М.*  
*Зверев:*

*Зверев Александр Ос. Т.Н.К. Верещенкова Г.А.*



Лыченко Н.М.

15.06.2022