

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Повторное)

Сатыбаев Абдуганы Джунусович, доктор физико-математических наук, профессор, эксперт диссертационного совета Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по диссертации Турганбаевой Акпари Балтабаевны «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 и автореферат, пришел 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 диссертационной работе исследования посвящены численному моделированию пространственных задач обтекания естественного препятствия с учетом распространения экологически вредной пассивной примеси. Приведены основные аспекты численного моделирования в пакете OpenFOAM, создана трёхмерная расчетная сетка с учетом сложной топографии местности, разработаны алгоритм и комплексы программ для решения задачи построения трёхмерной сетки, что в полной мере отвечает паспорту специальности 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, п.4, п.5., п.7.

**2. Целью исследования** является математическое моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной примеси на примере горы Сулайман, г. Ош в рамках открытого пакета OpenFOAM.

Для достижения поставленной цели решены в диссертации следующие задачи:

1. Проведено численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной пассивной примеси на примере горы Сулайман, г. Ош;

2. Разработан метод автоматического построения трёхмерной расчетной сетки с помощью утилиты snappyHexMesh пакета OpenFOAM для задачи обтекания воздушным потоком горы Сулайман;

3. Проведена верификация использованного открытого пакета OpenFOAM7, установленного в операционной системе Ubuntu 20.04 LTS на различных задачах вычислительной аэрогидродинамики.

*Соответствие объекта исследования диссертации цели и задачам диссертации.*  
Объектом исследования является трехмерные турбулентные атмосферные течения. Предметом исследования является численное исследование влияния естественного препятствия на распространение экологически вредной пассивной примеси. Для достижения поставленной в диссертационной работе цели исследования и решения задач применялись различные методы, а именно, метод контрольных объемов, в комбинации с различными схемами дискретизации для конвективно-диффузионной задачи, методы интерполяции для расчета значений величин на грани расчетной ячейки, метод Гаусса для вычисления интегралов по контрольному объёму. Эти методы соответствуют требованиям

1802193-001  
08/22  
07.10.11.2022  
УС / [подпись]  
10.12.2022

к исследованию по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

*Актуальность темы диссертации.* Настоящая диссертационная работа посвящена проблеме долговечности материалов и конструкции линий электропередач (ЛЭП) в горных местностях. Для защиты ЛЭП высоких напряжений от пылевидных частиц, приводящих к нежелательному загрязнению изоляции ЛЭП, обычно сооружаются защитные экраны или используются естественные особенности рельефа. Среди различных подходов, применяемых к решению этой проблемы, важное место занимает математическое моделирование. Насущная потребность в совершенствовании методов моделирования трёхмерных турбулентных отрывных течений и переноса экологически вредных примесей, определяют актуальность темы исследования.

На основании вышеизложенного можно заключить, что научное исследование, выполненное соискателем Турганбаевой А.Б., представляется актуальным и своевременным.

### **3. Научные результаты.**

3.1. В работе представлены новые научно-обоснованные теоретические и практические результаты, совокупность которых имеет значение для развития физико-математической науки. Проведено численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной пассивной примеси на примере горы Сулайман-Тоо, предложен метод автоматического построения трёхмерной расчетной сетки для задач обтекания естественного препятствия; разработан комплекс программных средств, которые позволяют численную реализацию задачи влияния естественного препятствия на распространение экологически вредной пассивной примеси.

3.2. Обоснование достоверности научных результатов. Все полученные автором результаты и выводы достоверны, так как подтверждены и обоснованы корректной постановкой задачи, обоснованным использованием методов математического моделирования и программирования, численных методов, достижений современной вычислительной системы, достаточным объемом проведенных вычислительных экспериментов и сравнением полученных численных результатов и соответствующими экспериментальными и расчетными данными других авторов.

3.3. Теоретическое значение работы определяется разработкой метода автоматического построения трёхмерной расчетной сетки для задач обтекания естественного препятствия, а также алгоритма для математического моделирования трёхмерных турбулентных отрывных течений и переноса экологически вредной пассивной примеси.

3.4. Соответствие квалификационному признаку.

Представленная работа соответствует основным квалификационным признакам кандидатских диссертаций, п.п. 10 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, является индивидуальной научно-квалификационной работой, имеющей существенное практическое значение.

**4. Практическая значимость полученных результатов (для отрасли, страны, мира).** Полученные результаты диссертационной работы могут быть использованы в разработке территориальной автоматизированной системы контроля выбросов загрязнителей в атмосферу и вносят существенный вклад в математическое моделирование трехмерных атмосферных течений с учетом переноса экологически

вредной пассивной примеси. Имеется акт о внедрении результатов диссертационного исследования в деятельность Ошского регионального управления Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики. Следует особо подчеркнуть верификацию пакета OpenFOAM на разнообразных задачах моделирования атмосферных течений и развитие подробного русскоязычного документирования пакета.

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

Автореферат соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования.

#### **6. Замечания**

1. Автор на стр. 30, в подпункте 1.1.6. «Топография и расположение ветреных генераторов» обсуждает влияние топографии местности на эффективность ветроэлектростанций. Однако, это вопрос напрямую не связан с целью и задачами диссертации.

2. В диссертации отсутствует информация о том, какая программа была использована для цветной трехмерной визуализации результатов численных расчетов.

3. Следует перевести все надписи на английском языке в рисунках, приведенных в обзорной части диссертации на русский язык.

#### **Замечание и предложения (дополнено):**

##### **по автореферату:**

1. Достоверность... .. обеспечивается: корректной постановкой задачи- в работе корректность задачи (существования, единственность, устойчивость) не установлена.

2. Апробация можно была сократить указав ссылкой конференций, а также нужна апробация на спецсеминарах по специальности 05.13.18.

3. В таблице сравнения результатов с экспериментальными данными 27% погрешность много, обычно разрешается до 20%.

4. В заключении 13 пунктов слишком много, можно было сократить объединив пункты 11-13, 8-9, 5-7.

5. В практической рекомендации написана, что результаты диссертации внедрена Ошскому региональному управлению, а в диссертации этого Акт внедрения - нет, кстати Акты внедрения, авторские свидетельства КыргызПатента надо включить в автореферат.

##### **по диссертации:**

1. Оглавление раздуто, стр. 72 разработано на основе следующих допущений и упрощений:, наверно ММ.

2. Стр. 88 – производство ?, Дискретизация методом контрольного объема в достаточной степени обеспечивает выполнение законов сохранения массы и энергии – на сколько обеспечивает %.

3. Стр. 94. Граничные условия – откуда взяты, стр. 104 – скорость  $=0$ ,  $\partial u/\partial n = 0$ ,  $V_{\infty} = 27.5$  м/с .

4. Стр. 115 - Решатели уравнений для основных переменных точность  $1e^{-3}$  слишком точное ?, стр. 126 – 1 вывод убрать – не вывод, 2 вывод рассмотрен ?.

5. Было бы хорошо если установить сходимость решение дискретной задачи к решению дифференциальной задачи математически.

#### **7. Предложения**

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

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

7.3. Назначить 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).

### 9. Заключение

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

**10. Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы, рекомендует диссертационному совету Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматики НАН КР и Кыргызско-Российском Славянском университете имени Б. Н. Ельцина принять диссертацию 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.ф.-м.н., профессор



*Сатыбаев*

Сатыбаев А.Дж.

*10.11.2022 г.*



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сатыбаев Абдуганы Джунусович, доктор физико-математических наук, профессор, эксперт диссертационного совета Д 05.21.631 при Институте машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по диссертации Турганбаевой Акпари Балтабаевны «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, пришел 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 диссертационной работе исследования посвящены численному моделированию пространственных задач обтекания естественного препятствия с учетом распространения экологически вредной пассивной примеси. Приведены основные аспекты численного моделирования в пакете OpenFOAM, создана трёхмерная расчетная сетка с учетом сложной топографии местности, разработаны алгоритм и комплексы программ для решения задачи построения трёхмерной сетки, что в полной мере отвечает паспорту специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**2. Целью исследования** является математическое моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной примеси на примере горы Сулайман, г. Ош в рамках открытого пакета OpenFOAM.

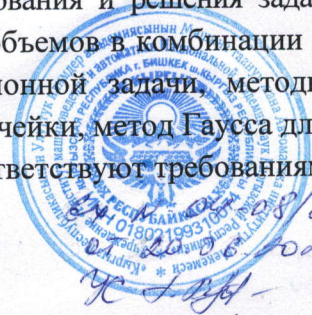
Для достижения поставленной цели решены в диссертации следующие задачи:

1. Проведено численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной пассивной примеси на примере горы Сулайман, г. Ош;

2. Разработан метод автоматического построения трёхмерной расчетной сетки с помощью утилиты snappyHexMesh пакета OpenFOAM для задачи обтекания воздушным потоком горы Сулайман;

3. Проведена верификация использованного открытого пакета OpenFOAM7, установленного в операционной системе Ubuntu 20.04 LTS на различных задачах вычислительной аэрогидродинамики.

*Соответствие объекта исследования диссертации цели и задачам диссертации.* Объектом исследования является трехмерные турбулентные атмосферные течения. Предметом исследования является численное исследование влияния естественного препятствия на распространение экологически вредной пассивной примеси. Для достижения поставленной в диссертационной работе цели исследования и решения задач применялись различные методы, а именно, метод контрольных объемов в комбинации с различными схемами дискретизации для конвективно-диффузионной задачи, методы интерполяции для расчета значений величин на грани расчетной ячейки, метод Гаусса для вычисления интегралов по контрольному объёму. Эти методы соответствуют требованиям



к исследованию по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

*Актуальность темы диссертации.* Настоящая диссертационная работа посвящена проблеме долговечности материалов и конструкции линий электропередач (ЛЭП) в горных местностях. Для защиты ЛЭП высоких напряжений от пылевидных частиц, приводящих к нежелательному загрязнению изоляции ЛЭП, обычно сооружаются защитные экраны или используются естественные особенности рельефа. Среди различных подходов, применяемых к решению этой проблемы, важное место занимает математическое моделирование. Насущная потребность в совершенствовании методов моделирования трёхмерных турбулентных отрывных течений и переноса экологически вредных примесей, определяют актуальность темы исследования.

На основании вышеизложенного можно заключить, что научное исследование, выполненное соискателем Турганбаевой А.Б., представляется актуальным и своевременным.

### **3. Научные результаты.**

3.1. В работе представлены новые научно-обоснованные теоретические и практические результаты, совокупность которых имеет значение для развития физико-математической науки. Проведено численное моделирование влияния естественного препятствия на распространения экологически вредной пассивной примеси на примере горы Сулайман-Тоо, предложен метод автоматического построения трёхмерной расчетной сетки для задач обтекания естественного препятствия; разработан комплекс программных средств, которые позволяют численную реализацию задачи влияния естественного препятствия на распространение экологически вредной пассивной примеси.

3.2. Обоснование достоверности научных результатов. Все полученные автором результаты и выводы достоверны, так как подтверждены и обоснованы корректной постановкой задачи, обоснованным использованием методов математического моделирования и программирования, численных методов, достижений современной вычислительной системы, достаточным объемом проведенных вычислительных экспериментов и сравнением полученных численных результатов и соответствующими экспериментальными и расчетными данными других авторов.

3.3. Теоретическое значение работы определяется разработкой метода автоматического построения трёхмерной расчетной сетки для задач обтекания естественного препятствия, а также алгоритма для математического моделирования трёхмерных турбулентных отрывных течений и переноса экологически вредной пассивной примеси.

3.4. Соответствие квалификационному признаку.

Представленная работа соответствует основным квалификационным признакам кандидатских диссертаций, п.п. 10 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, является индивидуальной научно-квалификационной работой, имеющей существенное практическое значение.

**4. Практическая значимость полученных результатов (для отрасли, страны, мира).** Полученные результаты диссертационной работы могут быть использованы в разработке территориальной автоматизированной системы контроля выбросов загрязнителей в атмосферу и вносят существенный вклад в математическое моделирование трехмерных атмосферных течений с учетом переноса экологически

вредной пассивной примеси. Имеется акт о внедрении результатов диссертационного исследования в деятельность Ошского регионального управления Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики. Следует особо подчеркнуть верификацию пакета OpenFOAM на разнообразных задачах моделирования атмосферных течений и развитие подробного русскоязычного документирования пакета.

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

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования.

#### **6. Замечания**

1. Автор на стр. 30, в подпункте 1.1.6. «Топография и расположение ветреных генераторов» обсуждает влияние топографии местности на эффективность ветроэлектростанций. Однако, это вопрос напрямую не связан с целью и задачами диссертации.

2. В диссертации отсутствует информация о том, какая программа была использована для цветной трехмерной визуализации результатов численных расчетов.

3. Следует перевести все надписи на английском языке в рисунках, приведенных в обзорной части диссертации на русский язык.

#### **7. Предложения**

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

2. Назначить 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. Назначить 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).

#### **9. Заключение**

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

**10. 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 диссертацию 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.ф.-м.н., профессор**



**Сатыбаев А.Дж.**