

## СТРУКТУРА И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

*«Шаг в сторону-побег,  
прыжок на месте-провокация»  
(об оформлении ВКР)*

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавра АУЦА пишется на английском языке. Структура ВКР включает ряд *обязательных* и *дополнительных* элементов. *Обязательными* элементами ВКР являются следующие:

- title page (титульный лист);
- abstract (реферат);
- table of contents (оглавление или содержание);
- introduction (введение);
- main part of the document (основная часть документа);
- conclusion (заключение);
- references (список информационных источников).

К *дополнительным* элементам структуры ВКР относятся следующие:

- acknowledgements (благодарности);
- glossary (перечень условных обозначений, сокращений и терминов);
- appendix (дополнительные материалы, приложения).

Кратко опишем каждый из вышеперечисленных элементов структуры.

Образец *титульного листа* приведен на странице 6. Титульный лист является первым листом работы, но номер на нем не ставится.

*Реферат* является кратким описанием выполненной работы. Цель реферата - дать читателю первое представление о существе и основных результатах работы. Реферат расположен на втором листе работы, его объем не превосходит одной страницы и, как правило, равен половине этой страницы. Примеры рефератов представлены на странице 7.

*Оглавление* включает перечисление всех разделов и подразделов работы, начиная со следующего сразу после оглавления. Строки оглавления заканчиваются указанием *номеров страниц*, на которых расположено *начало* соответствующей части документа. Примеры оглавлений представлены на страницах 8 и 9.

Во *введении* присутствует краткая словесная постановка задачи и приводится обоснование актуальности выбранной темы ВКР. Во введении также формулируются цели и задачи, реализованные в процессе работы над проектом. Уже во введении можно

ссылаться на информационные источники, если это необходимо для обоснования актуальности темы работы. Иногда во введении приводится описание структуры ВКР с краткой формулировкой основных результатов.

В *основной части ВКР* присутствуют обзор современного состояния проблемы, основанный на анализе информационных (литературных) источников, постановка решаемой (исследуемой) задачи, обзор методов решения рассматриваемой задачи и близких к ней задач, а также описание результатов исследований выполненных лично автором ВКР, включая численные эксперименты, если они необходимы по заданию к ВКР. Основная часть ВКР обычно делится на разделы и подразделы (главы и параграфы), которые нумеруются арабскими цифрами: «2. Method...» - второй раздел (глава); «2.1 Shear Stress...» - первый подраздел (параграф) второго раздела; «2.1.2 Wall Shear Stress...» - вторая часть первого подраздела, второго раздела, и т.д. Названия разделов и подразделов должны быть сформулированы, по возможности, кратко и отражать их содержание.

*Первый раздел* (глава) основной части ВКР содержит обзор современного состояния проблемы, основанный на анализе информационных (литературных) источников. При ссылке на информационный источник в этом разделе не следует пытаться охарактеризовать цитируемую статью, монографию, учебное пособие, или информацию Интернет ресурса в целом: нужно отметить те идеи и результаты, которые имеют непосредственное отношение к теме Вашей работы. Ссылки на литературные источники могут быть продолжены, а также могут повторяться, по мере необходимости, в других разделах основной части работы. Не рекомендуется называть этот раздел «Литературный обзор», лучше придумать название, отражающее тему ВКР, например, «Математические модели и методы магнитотеллурического мониторинга». В остальном, содержание основной части ВКР полностью определяется автором ВКР.

В *заключении* подводится итог проделанной работы: формулируются основные результаты, отмечается их научная новизна и практическая значимость (если таковые имеются). Возможно также указать на перспективы развития рассмотренного направления. Примеры заключения можно найти на страницах 10 и 11.

*Список информационных источников* (список литературы) содержит библиографическое описание всех информационных источников, использованных в процессе работы над ВКР. Не допускается наличие в Списке статьи или монографии на которые нет ни одной ссылки в тексте работы. Используют разнообразные формы библиографического описания, в том числе и специальным образом структурированные варианты. Мы предлагаем упрощенную структуру: сведения о каждом из источников в Списке располагают в порядке их упоминания в тексте и формулируют на языке оригинала.

При упоминании в тексте, литературный источник нумеруется арабской цифрой в квадратной скобке (например, [13]), под этим же номером этот источник присутствует и в Списке. Некоторые примеры приведены на страницах 4 и 5.

Если в структуре ВКР присутствуют перечисленные выше *дополнительные элементы*, то Acknowledgements и Glossary располагают сразу после Table of Contents в указанном порядке. Appendix располагают в самом конце, после References. В Appendix помещают материалы, которые не вошли в основной текст работы, но которые позволяют более полно раскрыть суть проведенных исследований. Это могут быть дополнительные таблицы, рисунки, схемы сложных алгоритмов, распечатки программ, доказательства вспомогательных утверждений и т.д.

Обсудим *простейшие правила оформления ВКР*. Отметим, прежде всего, следующие:

- Для оформления ВКР рекомендуется использовать редактор Microsoft Word в сочетании с редактором формул MathType, либо систему LATEX.
- Минимальный объем ВКР (без учета приложений) должен составлять 25 страниц, максимальный – не должен превышать 60 страниц.
- ВКР печатается на стандартной бумаге размера А4, ориентация листа – вертикальная, печать только односторонняя.
- Шрифт должен быть одинаковым, за исключением наполнения таблиц и индексов в формулах – здесь допускаются буквы и цифры меньшего размера. Названия разделов допускается набирать прописными (заглавными) буквами. Разрешается акцентировать внимание путем выделения текста курсивом или полужирным шрифтом.
- Новые разделы начинаются с нового листа.
- Номер страницы проставляется во внешнем нижнем углу. На титульном листе и на страницах, полностью занятых рисунками, номера не ставят, но учитывают.
- Иллюстрации (графики, схемы, фотографии) и таблицы должны быть пронумерованы и подписаны, ссылки на них в тексте обязательны. Нумерация может быть как сквозной, так и внутренней в пределах каждого раздела.
- Нумерация нужна только для тех формул, на которые необходимо сослаться в тексте, она может быть как сквозной, так и внутренней для каждого раздела.

Информация о дополнительных параметрах текста присутствует в таблицах 1 и 2

Таблица 1. Размеры полей страницы (Normal)

Поле страницы	Ширина поля, см
Левое	3
Верхнее	2
Нижнее	2
Правое	1,5

Таблица 2. Параметры основного текста документа (Microsoft Word)

Параметр текста	Значение
Размер шрифта	12 пт
Гарнитура	Times New Roman
Красная строка	1,25 см
Межстрочный интервал	1,5 пт
Выравнивание текста	По ширине

Приведем некоторые примеры библиографического описания информационных источников.

- BOOKS:

1. Stommel H. The Gulf Stream. –Univ.California Press, 1965. -243 p.
2. Марчук Г.И., Саркисян А.С. Математическое моделирование циркуляции океана. –Москва: Наука, 1988. –302 с.
3. Structural theory of organic chemistry /N.D.Epiotis, W.R.Cherry, S.Shaik et al. -Berlin etc.: Springer, 1977. -250 p.
4. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. -М.: ИЛ, 1984. -152 с.

- ARTICLES:

1. Birkhoff G., Diaz J.B. Non-linear network problems // Quart. Appl. Math. -2005. -V. 13, N. 4. -P. 431-443.
2. Weidelt P. The inverse problem of geomagnetic induction // Zeitschrift fur Geophysik. -1972. V. 8, N. 2. -P. 257-290.
3. Ильин А.М. Разностная схема для дифференциального уравнения с малым параметром при старшей производной // Матем. заметки. -1969. -Т. 6, Вып. 2. -С. 237-248.

- MATERIALS FROM SYMPOSIUMS, CONFERENCES, SEMINARS:

1. Osinov V.I. Qualitative study of an extreme problem in pattern recognition theory // Mathematical methods of image recognition: Tr. International conference - Erevan: VC AN Armenia. -1985. -P. 28-34.

2. Shapiro E. Logic Programs with Uncertainties: A Tool for Implementing Rule-Based Systems // Proc. 8th Intern. Conference on Artificial Intelligence. - Germany, Karlsruhe. -1983. -P. 529-532.
- URL:
    1. Ivanov A.A. Programming peculiarities in C, url: [www.citforum.ru](http://www.citforum.ru)
    2. Encyclopedia Mythica. 13 May, 2004, url: <http://www.pantheon.org>
    3. Open CV Library, url: <http://opencv.org/>



Applied Mathematics and Informatics Program

## Title of Thesis

Name of a student

A Thesis Submitted to the Applied Mathematics and Informatics Program of American University of Central Asia in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of  
**Bachelor of Arts**

---

Author  
**Name**

---

Certified by Thesis Supervisor  
**Name**

---

Accepted by  
**Sergey Sklyar**  
Head of Applied Mathematics and  
Informatics Program, AUCA

May 2020

Bishkek, Kyrgyz Republic

## **ABSTRACT**

In the United States, cardiovascular disease is the number one cause of death for both men and women. Heart attacks and strokes can happen because of atherosclerosis, or plaque build-up inside arteries, which obstruct blood flow to the heart and brain. One common site of atherosclerosis is the carotid artery bifurcation. This study looks at how the angle between the branching arteries of the bifurcation affects the potential for atherosclerosis by running flow simulations through virtual models of the bifurcation. The higher the wall shear stress, turbulence intensity, and turbulence kinetic energy at the bifurcation, the lower the chance of atherosclerosis. There is an optimal angle at which this occurs.

## **РЕФЕРАТ**

В работе предложен новый численный метод для решения квазилинейных гиперболических и параболических уравнений. В основу положен модифицированный метод характеристик и алгоритм адаптации сетки. Предложенный метод и его варианты тестировались на многочисленных модельных задачах. Результаты тестирования показали высокую точность предлагаемых алгоритмов, гораздо более высокую, чем классические разностные схемы первого и второго порядка (Лакса-Вендроффа, Мак-Кормака и т.д.).

## TABLE OF CONTENTS

Acknowledgements .....	4
Introduction .....	5
1. Literature Review .....	6
2. Method .....	9
2.1 Shear Stress .....	9
2.1.1 Shear Stress in Fluids .....	10
2.1.2 Wall Shear Stress .....	10
2.2 Turbulence Intensity and Turbulence Kinetic Energy.....	11
2.3 Blood Properties and the Simulation Material .....	12
2.4 Governing Equations .....	13
2.5 Models .....	14
2.6 Pulsatile Flow .....	15
2.7 Boundary Conditions .....	16
2.8 Flow Simulation .....	17
3. Data .....	18
Conclusion.....	25
References .....	28
Appendix (Figures).....	30



# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Численные методы решения задачи Коши для квазилинейного гиперболического уравнения.....	6
1.1 Сведение задачи Коши для квазилинейного гиперболического уравнения к краевой задаче для характеристической системы.....	6
1.2 Методы построения адаптивных вычислительных сеток.....	9
1.3 Классические схемы.....	13
1.3.1 Схема Лакса.....	13
1.3.2 Схема Лакса-Вендроффа.....	14
1.3.3 Схема Мак-Кормака.....	15
1.3.4 TVD-схема Хартена.....	16
2. Адаптивно-характеристический метод решения уравнений гиперболического типа.....	17
2.1 Физическое поведение.....	17
2.2 Явный адаптивно-характеристический алгоритм.....	18
2.3 Адаптивно-характеристический алгоритм с пересчетом (схема предиктор-корректор).....	23
2.4 Численные эксперименты.....	25
3. Адаптивно-характеристический метод решения уравнений параболического типа.....	32
3.1. Физическое поведение.....	32
3.2 Модификация адаптивно-характеристического метода для решения уравнения параболического типа.....	33
3.3 Преобразование Коула - Хопфа.....	39
3.4 Численные эксперименты.....	42
Заключение.....	47
Литература .....	49
Приложение.....	51

## CONCLUSION

When we first started this study, we hypothesized that the narrower the angle between the branching arteries, the higher the turbulence intensity, turbulence kinetic energy, and wall shear stress, and thus the lower the chance of atherosclerosis. The first two simulations we ran were on the wide angle and average angle models. The data from these two simulations led us to believe that our hypothesis was correct. However, when the data came back from the simulation on the narrow angle model, it was clear that our hypothesis needed to be revised. The highest values of all three measures occurred in the average angle model, indicating that the least chance of atherosclerosis occurs when the branching arteries are about 50° apart. This means that instead the lowest angle being best, there is an optimal angle at which the three measures are highest.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен новый метод численного решения квазилинейных уравнений гиперболического и параболического типов, метод условно назван *адаптивно-характеристическим*. На его основе построены вычислительные алгоритмы, решающие задачу Коши для квазилинейного гиперболического закона сохранения и параболического уравнения Бюргерса. Построены многочисленные тестовые примеры, позволяющие проиллюстрировать работу предложенного метода.

Выполненные теоретические построения, численные эксперименты и анализ результатов позволяют сделать следующее заключение.

1. Доказана эквивалентность задачи Коши для квазилинейного гиперболического уравнения и краевой задачи для характеристической системы.

2. Разработан численный метод решения краевой задачи для характеристической системы, который обладает достаточной «гибкостью» для модификации, позволяющей повышать порядок точности метода и решать задачи параболического типа.

3. Разработанный метод и его модифицированные варианты обладают более высоким порядком точности, чем классические разностные схемы первого и второго порядков (Лакса-Вендроффа, Мак-Кормака, TVD-схема Хартена).

4. Поскольку составной частью алгоритма является механизм адаптации вычислительной сетки, то одним из его положительных качеств можно считать его небольшую ресурсоемкость: он требует на порядок меньшее количество узлов, чем классические разностные схемы. Повышенный порядок точности обеспечивается за счет сгущения сетки в тех областях, где наблюдаются большие градиенты решения.

Результаты выполненных расчетов и их качественное согласие с экспериментальными данными позволяют сделать общий вывод о том, что предложенный адаптивно-характеристический метод дает хорошее приближение к точному решению. А разработанный на его основе программный код может быть рекомендован для использования в научных и инженерных расчетах различных задач гидро и газодинамики, механики сплошной среды и во многих других областях.