|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\User\Desktop\inmlogo-018-2.png | Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт вычислительной математики Российской академии наук (ИВМ РАН)** |

**Утверждаю:**

**Директор ИВМ РАН**

**\_\_\_\_\_\_\_Е.Е.Тыртышников**

**«\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_\_\_ г.**

**ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ**

**02.06.01 Компьютерные и информационные науки**

**НАПРАВЛЕННОСТИ**

**Математическое моделирование, численные методы, комплексы программ и вычислительная математика**

Вид образования: Профессиональное образование

Уровень образования: Высшее образование – подготовка кадров

высшей квалификации

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Тип образовательной программы: Программа аспирантуры

Форма обучения: Очная

Срок освоения образовательной 3 года очная

программы:

Москва, 2016

**Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации**

|  |  |
| --- | --- |
| **Базовая часть, в т.ч. :** |  9 зач. ед. |
| Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена |  1 зач. ед. (36 ч.) |
| Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)  |  8 зач. ед. (288 ч.) |

**Структура программы государственной итоговой аттестации**

1. Цели и задачи
2. Место государственной итоговой аттестации в структуре ООП
3. Характеристика компетенций выпускника аспирантуры
4. Программа государственного экзамена:
	1. Форма, порядок проведения и подготовки к государственному экзамену
	2. Перечень тем для проведения государственного экзамена в форме дискуссии
	3. Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к государственному экзамену
	4. Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе государственного экзамена
5. Методические рекомендации аспирантам по выполнению научно-квалификационной работы
6. Критерии оценивания научно-квалификационной работы
7. **Цели и задачи**

Целью государственной итоговой аттестации (ГИА)является определение соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных про-грамм подготовки научно-педагогических кадров соответствующим требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

1. **Место государственной итоговой аттестации в структуре ООП**

В соответствии с ФГОС ВО (подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» в блок «Государственная итоговая аттестация» входит подготовка и сдача государственного экзамена и защита выпускной квалификационной работы, выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы.

Государственная итоговая аттестация, завершает освоение основных образовательных программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний, входящих в итоговую государственную аттестацию, выпускнику аспирантуры присваивается соответствующая квалификация и выдается диплом государственного образца.

1. **Характеристика компетенций выпускника аспирантуры**

Выпускник, получивший квалификацию «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» должен обладать:

*Универсальными компетенциями:*

* способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
* способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
* готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
* готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
* способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

*Общепрофессиональными компетенциями:*

* способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
* готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

*Профессиональными компетенциями:*

* cпособность разрабатывать новые численные методы, теоретически и экспериментально исследовать их свойства, примененять математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем, формировать и исследовать математическую модель физических, химических, биологических и других естественно-научных, а также социальных, экономических и технических объектов, анализировать и интерпретировать результаты численных расчетов (ПК-1);
* cпособность разрабатывать теорию методов численного решения математических задач, возникающих при моделировании естественнонаучных и прикладных проблем, а также реализовывать численные методы для практического решения задач с применением современных ЭВМ (ПК-2).

В процессе итоговой аттестации выпускник аспирантуры должен проявить себя как высококвалифицированный исследователь и преподаватель, владеющий:

* знаниями широкого круга проблем современной науки;
* научной терминологией;
* знанием методики преподавания в высших учебных заведениях;
* современными методами педагогических исследований;
* умениями осуществить обработку и интерпретацию (качественную и количественную) полученных результатов исследования;
* умениями представлять итоги проделанной исследовательской работы в виде научного доклада.
1. **Программа государственного экзамена:**
	1. **Форма, порядок проведения и подготовки к государственному экзамену**

Государственный экзамен по направлению 02.06.01 Компьютерные и информационные науки проводится по дисциплинам (модулям) научной направленности основной профессиональной образовательной программы, имеющей определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников и представляет собой дискуссию на актуальную для соответствующей направленности тему (перечень тем приведен ниже). Перечень тем для Государственного экзамена может быть связан как с основной профессиональной образовательной программой в целом, так и с ее направленностью или с темой научно-квалификационной работы аспиранта. После завершения ответа члены экзаменационной комиссии, с разрешения ее председателя, могут задавать аспиранту дополнительные вопросы, не выходящие за пределы программы государственного экзамена.

По завершении государственного экзамена экзаменационная комиссия на закрытом заседании обсуждает характер ответов каждого аспиранта и выставляет каждому испытуемому согласованную итоговую оценку. Уровень знаний аспиранта оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

**Рекомендации для подготовки к государственному экзамену:**

Необходимо знание материала (суть, основные теории, подходы, методы, критика), умение выделить существенное, умение логически и аргументировано излагать материал. Аспирант должен раскрыть актуальные проблемы и перспективы в области науки соответствующей направленности.

* 1. **Перечень тем для проведения государственного экзамена в форме дискуссии**
1. Профессионально-педагогические компетенции преподавателя.
2. Учет особенностей темперамента, характера и способностей студентов в обучении.
3. Стили преподавания.
4. Теории и методы воспитания.
5. Методы научных исследований.
6. Организация процесса проведения исследования.
7. Написание научной работы (композиция, стиль, язык, редактирование).
8. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.
9. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума.
10. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.
11. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
12. Методы решения систем линейных уравнений с разреженными матрицами. Их практические достоинства и недостатки.
13. Для чего нужен переобуславливатель и как он работает в итерационных методах?
14. Метод конечных разностей.
15. Метод конечных элементов.
16. Метод конечных объемов.
17. Алгоритмы приближенного интегрирования функции с помощью различных кубатурных формул.
18. Что такое сеточное число Пекле, и что оно характеризует?
19. Опишите известные схемы дискретизации по времени, их достоинства и недостатки.
20. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
21. Проверка адекватности математических моделей.
22. Приведите пример математической модели в иммунологии, медицине или общей циркуляции атмосферы. Опишите ее.
23. Метод Ритца в проекционной и вариационной формах.
24. Метод наименьших квадратов.
25. Проекционно-сеточная схема для эллиптического уравнения с оператором реакции-конвекции-диффузии.
26. Аппроксимация кусочно-линейными функциями (1D).
27. Метод Галеркина-Петрова.
28. Распараллеливание выполнения циклов с помощью OpenMP.
29. Закон Амдала.
30. Синхронные прием и передача сообщений с помощью MPI.
31. Оценка ускорения для алгоритма с учетом обменов.
	1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к государственному экзамену**

**Основная литература**

1. Андреев В.Б. Лекции по методу конечных элементов. М.: МГУ, 2010. – 264 с.
2. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб. пособие. Предисл.: В.А.Садовничий. - М.: Издательство Московского университета, 2012.-344 с.-(Серия "Суперкомпьютерное образование").
3. Василевский Ю., Капырин И. Практикум по современным вычислительным технологи-ям и основам математического моделирования. М.:Макс-ПРЕСС, 2009. - 60с.
4. Василевский Ю., Ольшанский М. Краткий курс по многосеточным методам и методам декомпозиции области. М.:Макс-ПРЕСС, 2007. - 103с.
5. Григорович Л.А. Педагогика и психология: учеб. пособие для вузов. - М.: Гардарики, 2006. - 480 с.
6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
7. Романюха А.А. Математическое моделирование в иммунологии и эпидемиологии. М., Би-ном, 2012.
8. Смирнов С.Д. Педагогика и психология для преподавателей высшей школы. – М.: Изд- во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.
9. Тыртышников Е.Е. Методы численного анализа. М.: Академия, 2007. 320с. ISBN 978-5-7695-3925-1.
10. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований. Учебное пособие для бакалавров / М. Ф. Шкляр. — 4-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2012. — 244с.
11. Saad Y. Iterative methods for sparse linear systems. 2nd Edition. SIAM, 2003.

**Дополнительная литература**

1. Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования. – М.: Бином, 2003.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.
3. Володин Е.М., Дианский Н.А. Отклик совместной модели общей циркуляции атмосферы и океана на увеличение содержания углекислого газа. Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2003, Т.39, N2, с.170-186.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
5. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
6. Котюрова М.П., Баженова Е.А. Культура научной речи: текст и его редактирование: Учеб. пособие. – М.: Флинта; Наука, 2008.
7. Марчук Г.И. Математические модели в иммунологии. Вычислительные методы и экспери-менты. М., Наука, 1991.
8. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1989
9. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Физматлит, 1997.

**Интернет ресурсы**

1. Консорциум НЭИКОН (доступ к полнотекстовым архивам ведущих зарубежных журналов) <http://neicon.ru/ru/resources/archive>.
2. Электронная библиотека ИВМ РАН – <http://www.inm.ras.ru/library.htm>.
3. Электронная библиотека научных публикаций - <http://www.eLibrary.ru>.
4. Электронная библиотека (фонд библиотеки включает рефераты, УМК, учебники, учебные пособия, монографии, авторефераты, диссертации и пр.) ZNANIUM.COM <http://znanium.com/catalog.php>.
5. Материалы по параллельным вычислениям <http://www.parallel.ru/>.
6. Курс лекций С. Федорова “Психологические аспекты в работе преподавателя” http://media.msu.ru/?cat=201.
	1. **Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе государственного экзамена**

**Оценка «отлично»** – аспирант глубоко и полно владеет содержанием учебного материала и понятийным аппаратом; умеет связывать теорию с практикой, иллюстрировать примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения, выводы; логично, четко и ясно излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально-личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер

**Оценка «хорошо»** – ответ аспиранта соответствует указанным выше критериям, но в содержании имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки) при изложении теоретического и практического материала. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; однако допущенные ошибки исправляются самим аспирантом после дополнительных вопросов экзаменатора.

**Оценка «удовлетворительно»** – ставится в том случае, если ответ не содержит существенных ошибок, но неполный, отвечающий знает формулировки основных определений и теорем. Доказательства теорем неполные.

**Оценка «неудовлетворительно»** - аспирант имеет разрозненные, бессистемные знания; не умеет выделять главное и второстепенное. В ответе допускаются ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажающие их смысл. Аспирант не ориентируется в нормативно-концептуальных, программно-методических, исследовательских материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с педагогической практикой; не умеет применять знания для объяснения эмпирических фактов, не устанавливает межпредметные связи.

1. **Методические рекомендации аспирантам по выполнению научно-квалификационной работы**

Результатом научно-исследовательской деятельности должна быть научно-квалификационная работа (НКР). НКР представляет собой научно-исследовательскую работу в виде специально подготовленной рукописи. Работа должна содержать решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо излагать научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития науки.

В научном исследовании, имеющем прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов, а в научном исследовании, имеющем теоретический характер, рекомендации по использованию научных выводов. Выпускная квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Предложенные аспирантом решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Содержание научно-квалификационной работы должно учитывать требования ФГОС ВО и профессионального стандарта (при его наличии) к профессиональной подготовленности аспиранта и включать:

* обоснование актуальности темы, обусловленной потребностями теории и практики и степенью разработанности в научной и научно-практической литературе;
* изложение теоретических и практических положений, раскрывающих предмет НКР;
* содержать графический материал (рисунки, графики и пр.) (при необходимости);
* выводы, рекомендации и предложения;
* список использованных источников;
* приложения (при необходимости).

**Требования к структуре НКР**

Материалы научно-квалификационной работы должны состоять из структурных элементов, расположенных в следующем порядке:

* титульный лист;
* содержание с указанием номеров страниц;
* введение;
* основная часть (главы, параграфы, пункты, подпункты);
* выводы по главам;
* заключение;
* список использованных источников и литературы;
* приложения (при необходимости).

Введение содержит четкое обоснование актуальности выбранной темы, степень разработанности проблемы исследования, определение проблемы, цели, объекта, предмета и задач исследования, формулировку гипотезы (если это предусмотрено видом исследования), раскрытие методологических и теоретических основ исследования, перечень используемых методов исследования с указанием опытно-экспериментальной базы, формулировку научной новизны, теоретической и практической значимости исследования; раскрытие положений, выносимых на защиту, апробацию и внедрение результатов исследования (публикации, в том числе в журналах из перечня ВАК).

Основная часть посвящена раскрытию предмета исследования, состоит не менее чем из двух глав.

Заключение – последовательное логически стройное изложение итогов исследования в соответствии с целью и задачами, поставленными и сформулированными во введении. В нем содержатся выводы и определяются дальнейшие перспективы работы.

Список использованных источников включает все использованные источники: опубликованные, неопубликованные и электронные. Список оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1. – 2003 и ГОСТ 7.82 – 2001. Источники в списке располагают по алфавиту, нумеруют арабскими цифрами и печатают с абзацного отступа.

В тексте НКР рекомендуемые ссылки оформляют на номер источника согласно списку и заключают в квадратные скобки. Допускается также постраничное и иное оформление ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.05 – 2008.

Приложения. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием вверху листа по центру слова «Приложение», его порядкового номера и тематического заголовка.

На все приложения в тексте НКР должны быть ссылки.

**Требования к оформлению НКР**

Текст НКР выполняют с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги, формата А4, шрифт – TimesNewRoman 14-го размера, межстрочный интервал – 1,5. Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое - не менее 15 мм, верхнее и нижнее - не менее 20 мм, левое - не менее 30 мм. Размер абзацного отступа должен быть одинаковым по всему тексту диссертации и равным 12,5 мм.

Номер страницы проставляют в центре нижней части листа, арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют.

«ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ», «ПРИЛОЖЕНИЕ» служат заголовками структурных частей. Эти заголовки, а также соответствующие заголовки структурных частей следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

Главы должны быть пронумерованы арабскими цифрами в пределах всей ВКР и иметь абзацный отступ. После номера главы ставится точка и пишется название главы. «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» как главы не нумеруются.

Параграфы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждой главы. Номер параграфа должен состоять из номера главы и номера параграфа (или знака параграфа), разделенных точкой. Заголовки параграфов печатаются строчными буквами (кроме первой прописной).

Графики, схемы, диаграммы располагаются в НКР непосредственно после текста, имеющего на них ссылку, и выравниваются по центру страницы. Название графиков, схем, диаграмм помещается под ними, пишется без кавычек: и содержит слово Рисунок без кавычек и указание на порядковый номер рисунка, без знака №. Например: Рисунок 1. Название рисунка. Таблицы располагают непосредственно после текста, имеющего на них ссылку, и также выравниваются по центру страницы. Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах всей работы. Название таблицы помещается над ней, содержит слово Таблица без кавычек и указание на порядковый номер таблицы, без знака №. Например, Таблица 1. Название таблицы.

Приложения должны начинаться с новой страницы, расположенные в порядке появления ссылок на них в тексте и иметь заголовок с указанием слова Приложение, его порядкового номера и названия. Порядковые номера приложений должны соответствовать последовательности их упоминания в тексте.

Научно-квалификационная работа представляется в печатном виде в одном экземпляре, а также в электронном виде на компакт-диске не менее чем за месяц до защиты научного доклада (НКР).

Работу рецензирует сотрудник ИВМ РАН (доктор или кандидат наук), являющийся специалистом в обсуждаемой научной теме, либо специалист, привлеченный из другой организации.

В случае, когда основные научные результаты проведенного исследования опубликованы в рецензируемых научных изданиях и журналах, в качестве научно-квалификационной работы допускается представление печатных версий всех опубликованных статей с общей аннотацией. К публикациям, в которых излагаются основные научные результаты научно-исследовательской деятельности, приравниваются патенты на изобретения, свидетельства на полезную модель, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

1. **Критерии оценивания научно-квалификационной работы**

**Оценка «отлично»** - актуальность проблемы обоснована анализом состояния теории и практики в конкретной области науки. Показана значимость проведенного исследования в решении научных проблем: найдены и апробированы эффективные варианты решения задач, значимых как для теории, так и для практики. Грамотно представлено теоретико-методологическое обоснование НКР, четко сформулирован авторский замысел исследования, отраженный в понятийно-категориальном аппарате; обоснована научная новизна, теоретическая и практическая значимость выполненного исследования, глубоко и содержательно проведен анализ полученных результатов эксперимента. Текст НКР отличается высоким уровнем научности, четко прослеживается логика исследования, корректно дается критический анализ существующих исследований, автор доказательно обосновывает свою точку зрения.

**Оценка «хорошо»** - достаточно полно обоснована актуальность исследования, предложены варианты решения исследовательских задач, имеющих конкретную область применения. Доказано отличие полученных результатов исследования от подобных, уже имеющихся в науке. Для обоснования исследовательской позиции взята за основу конкретная теоретическая концепция. Сформулирован терминологический аппарат, определены методы и средства научного исследования, Но вместе с тем нет должного научного обоснования по поводу замысла и целевых характеристик проведенного исследования, нет должной аргументированности представленных материалов. Нечетко сформулированы научная новизна и теоретическая значимость. Основной текст НКР изложен в единой логике, в основном соответствует требованиям научности и конкретности, но встречаются недостаточно обоснованные утверждения и выводы.

**Оценка «удовлетворительно»** - актуальность исследования обоснована недостаточно. Методологические подходы и целевые характеристики исследования четко не определены, однако полученные в ходе исследования результаты не противоречат закономерностям практики. Дано технологическое описание последовательности применяемых исследовательских методов, приемов, форм, но выбор методов исследования не обоснован. Полученные результаты не обладают научной новизной и не имеют теоретической значимости. В тексте диссертации имеются нарушения единой логики изложения, допущены неточности в трактовке основных понятий исследования, подмена одних понятий другими.

**Оценка «неудовлетворительно»** - актуальность выбранной темы обоснована поверхностно. Имеются несоответствия между поставленными задачами и положениями, выносимыми на защиту. Теоретико-методологические основания исследования раскрыты слабо. Понятийно-категориальный аппарат не в полной мере соответствует заявленной теме. Отсутствуют научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. В формулировке выводов по результатам проведенного исследования нет аргументированности и самостоятельности суждений. Текст работы не отличается логичностью изложения, носит эклектичный характер и не позволяет проследить позицию автора по изучаемой проблеме. В работе имеется плагиат.

**Разработчики.**

Зам.директора ИВМ РАН Василевский Ю.В.

Зав. Отделом аспирантуры ИВМ РАН, н.с. Добросердова Т.К.

Методист Отдела аспирантуры Лаврова А.К.