МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Институт вычислительной математики и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности
_____ Е.А. Турилова
«__» _____ 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Направление подготовки: 01.04.04 – Прикладная математика

Профиль обучения: Машинное зрение, высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование

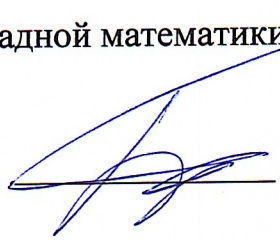
Форма обучения: очная

2026

Лист согласования программы вступительного испытания

Разработчик программы:

Тумаков Д.Н., заведующий кафедрой прикладной математики и искусственного интеллекта

Председатель экзаменационной комиссии  Д.Н. Тумаков

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики и искусственного интеллекта Института вычислительной математики и информационных технологий, Протокол № 1 от 10.09.2025 г.

Решением Учебно-методической комиссии Института вычислительной математики и информационных технологий программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 2 от 19.09.2025 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Института вычислительной математики и информационных технологий, Протокол № 2 от 19.09.2025 г.

Содержание

Раздел I. Вводная часть

1.1 Цель и задачи вступительных испытаний

1.2 Общие требования к организации вступительных испытаний

1.3 Описание формы проведения вступительных испытаний

1.4 Продолжительность вступительных испытаний

1.5 Структура вступительных испытаний

Раздел II. Содержание программы

2.1 Содержание разделов тестирования

2.2 Содержание мотивационного письма

2.4 Содержание портфолио

Раздел III. Фонд оценочных средств

3.1 Инструкция по выполнению работы

3.2 Примерные задания

Раздел IV. Список литературы

Раздел I. Вводная часть

1.1. Цель и задачи вступительных испытаний

Целью проведение вступительных испытаний является определение уровня готовности абитуриента к обучению в магистратуре по направлению 01.04.04 «Прикладная математика» по магистерской программе «Машинное зрение, высокопроизводительные вычисления и математическое моделирование», предполагающее расширенное поле научно-исследовательской, проектной и профессиональной деятельности.

Задачи вступительных испытаний:

- оценить теоретическую и практическую подготовку абитуриента для обучения по направлению 01.04.04 «Прикладная математика»;
- определить доминирующую мотивацию поступления абитуриента в магистратуру и выбора магистерской программы;
- оценить потенциал абитуриента для обучения в магистратуре, его склонность к осуществлению научно-исследовательской и проектной деятельности;
- выявить склонность к аналитической деятельности;
- знание основ математических дисциплин, предусмотренных программой экзамена
- навыки практического применения указанных теоретических знаний;
- готовность применить математический аппарат для решения поставленных задач;
-способность использовать языки C++ и C# для решения практических задач на ЭВМ;
-знание основных алгоритмов решения задач вычислительной математики.

1.2 Общие требования к организации вступительных испытаний

К вступительным испытаниям допускаются граждане Российской Федерации и граждане иностранных государств, успешно завершивших обучения по одной из

основных образовательных программы высшего образования и имеющие документ государственного образца: диплом бакалавра, диплом магистра, диплом специалиста.

Руководство по организации и проведению вступительных испытаний осуществляется председателями экзаменационных комиссий, которые несут всю полноту ответственности за соблюдение законодательства Российской Федерации, требований ФГОС ВО, локальных документов о подготовке и проведении вступительных испытаний.

Проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с принципами: соблюдение прав и свобод граждан, установленных законодательством Российской Федерации, гласности и открытости результатов вступительных испытаний, объективности оценки способностей абитуриента и единообразия оценки вступительных испытаний.

Прием в магистратуру осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Для поступающих проводятся консультации по содержанию программы вступительных испытаний и критериям оценки знаний, умений, компетенций абитуриентов.

На вступительных испытаниях должна быть обеспечена спокойная и доброжелательная обстановка, предоставлена возможность проступающим наиболее полно проявить уровень сформированности знаний, умений и компетенций.

Во время проведения вступительных испытаний поступающему запрещается пользоваться учебниками, справочными материалами, тетрадями, записями, мобильными телефонами, электронными записными книжками и другими средствами хранения информации.

Результаты вступительных испытаний оцениваются по 100-бальной шкале.

1.3 Описание формы проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание имеет комплексный характер и состоит из тестирования и портфолио. Тестирование проводится согласно установленному распи-

санию очно и/или с использованием дистанционных технологий с использованием системы прокторинга. Портфолио присылается на электронную почту до дня вступительного испытания.

1.4. Продолжительность вступительных испытаний

Продолжительность тестирования в рамках комплексного вступительного испытания составляет 90 мин. Время на подготовку портфолио в процессе проведения вступительного испытания не предусматривается. Они готовятся и присылаются заранее (см. пункт 3.1.)

1.5. Структура вступительных испытаний

Вступительное испытание состоит из двух частей (100 баллов):

- Часть 1: тестирование по направлению поступления в магистратуру (80 баллов);

Время тестирования – 90 минут.

Тематика разделов тестирования представлена в Разделе II, пример тестового задания представлен в Разделе III.

Тестирование проводится согласно установленному расписанию очно и/или с использованием дистанционных технологий (в случае невозможности явиться на экзамен лично) с применением системы прокторинга.

- Часть 2: портфолио достижений абитуриента (20 баллов).

Минимальное количество баллов для вступительного испытания устанавливается равным 40.

Раздел II. Содержание программы

2.1 Содержание разделов тестирования

Дифференциальные уравнения и численные методы

Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши.

Фундаментальная система решений линейного дифференциального уравнения.

Метод вариации произвольных постоянных.

Алгебраическое интерполирование. Существование и единственность интерполяционного полинома. Интерполяционный полином Лагранжа.

Интерполяционные квадратурные формулы.

Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Применение метода Гаусса к вычислению определителя и обратной матрицы.

Методы оптимизации и исследование операций

Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Метод дополнительных переменных и метод искусственных переменных.

Определение и примеры выпуклых множеств и выпуклых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций (теорема о глобальном и локальном минимуме).

Методы безусловной минимизации выпуклых функций (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона).

Методы штрафных функций для решения задачи выпуклого программирования.

Методы многокритериальной оптимизации.

Алгебра и геометрия

Умножение матриц. Определение ассоциативности операции умножения. Единичная матрица.

Определение перестановки из n чисел. Число возможных перестановок из n чисел. Четность перестановки. Транспозиция в перестановке.

Определитель матрицы. Определитель матрицы с линейно зависимыми строками.

Обратная матрица. Формула для элементов обратной матрицы.

Правило Крамера для решения системы линейных уравнений. Случай однородной системы.

Базис линейного пространства. Координаты вектора в базисе.

Общее решение совместной неоднородной системы уравнений.

Вычисление длины вектора и угла между векторами, заданными координатами в ортонормированном базисе, с помощью скалярного произведения.

Каноническое уравнение прямой в пространстве. Условия параллельности и пересечения двух прямых.

Квадратичные формы. Замена переменных. Ранг канонической квадратичной формы.

Основы программирования

Рекурсивные функции и их особенности.

Механизмы управления памятью.

Базовые типы в языках программирования.

Основные средства и особенности процедурных языков программирования.

Процедуры и функции. Описание и использование.

Алгоритмы сортировки. Оценка вычислительной сложности алгоритмов сортировки.

Алгоритмы поиска. Оценка вычислительной сложности алгоритмов поиска.

Линейные списки и алгоритмы их обработки.

Деревья и алгоритмы их обработки.

Символьные строки и их обработка.

Классы. Свойства и методы, защита элементов классов. Создание и уничтожение объектов.

Классы. Наследование и полиморфизм.

2.2. Содержание портфолио

- Скан - копия диплома о высшем образовании и приложения к диплому.

- Скан - копии дипломов, сертификатов, подтверждающих признание студента победителем или призером проводимых учреждением высшего образования олимпиады, конкурса, соревнования, состязания международного/всероссийского уровня, направленных на выявление учебных достижений обучающихся. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в вышеуказанных мероприятиях за период обучения в вузе.
- Рекомендация Председателя ГЭК по направлению поступления в магистратуру, подписанная им лично.
- Скан - копии опубликованных научных и научно-практических работ в период обучения в вузе, включая титульную страницу сборника и содержание;
- Копия договора с РФФИ, РНФ, подтверждающего участие в проектной и грантовой деятельности;
- Копия договора с предприятиями - заказчиками (организациями);
- Копия договора об участии в проекте.
- Скан - копии документов, подтверждающие участие в организации и проведении социально ориентированной, общественной деятельности в период обучения в вузе (шефская помощь, благотворительные акции и иные подобные формы мероприятий)
- Скан - копии документов, подтверждающие наличие награды (приза) за результаты культурно - творческой деятельности международного, всероссийского мероприятия. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в данных мероприятиях в период обучения в вузе.
- Скан - копии документов, подтверждающие наличие награды (приза) за результаты спортивной деятельности, осуществленной им в рамках спортивных международных, всероссийских мероприятий в период обучения в вузе. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в данных мероприятиях в период обучения в вузе
- Скан - копии трудовой книжки/трудового договора, подтверждающие стаж работы не менее 6-ти месяцев по направлению поступления в магистратуру

Раздел III. Фонд оценочных средств

3.1. Инструкция по выполнению работ

Тестирование.

Вступительное испытание проводится очно или заочно в дистанционном формате. Тестирование состоит из 11 вопросов.

Очное испытание состоит из ответов на вопросы, содержащиеся в билете, собеседования и портфолио. Максимальное количество баллов за ответы на вопросы, содержащиеся в билете, и собеседование составляет 80 баллов. Максимальное количество баллов за портфолио составляет 20 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов за очное вступительное испытание составляет 100 баллов.

Вступительное заочное комплексное испытание состоит из выполнения теста, написания программы и портфолио. Максимальное количество баллов за правильное выполнение десяти тестовых заданий составляет 60 баллов. Максимальное количество баллов за правильное написание программы составляет 20 баллов. Максимальное количество баллов за портфолио составляет 20 баллов. Таким образом, максимальное количество баллов за заочное вступительное испытание составляет 100 баллов.

На выполнение вступительного заочного испытания отводится ровно 90 мин. Испытание состоит из 11 вопросов. Первые десять из них являются тестовыми заданиями. При их выполнении необходимо выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов. Последний (11-ый) вопрос является заданием открытого типа, которое предусматривает отправку ответа по электронной почте. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются.

Одиннадцатый вопрос является заданием открытого типа. Нужно написать программу на любом из следующих языков программирования: C#, C++, C, Pascal (Delphi). Текст программы необходимо сохранить в файле типа txt, doc или rtf. Первая строка файла должна содержать информацию о задании и абитуриенте: ФИО, номер билета и язык программирования, на котором написано последнее задание. Например, первая строка файла может иметь следующий вид:

ИВАНОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ, БИЛЕТ 2, C SHARP

Файл необходимо назвать Фамилия (латиницей)_Номер билета, например:

ИВАНОВ_2

Файл с программой в течении 100 минут после начала экзамена нужно выслать на почту: dtumakov@kpfu.ru.

Формат представления портфолио:

1. Отсканировать все документы в pdf – формате;
2. Объединить все документы в единый pdf-файл;
3. Сохранить файл с названием: ФИО абитуриента_портфолио (пример: Иванов И.И._портфолио);

Отправить на электронную почту: dtumakov@kpfu.ru. в течение 100 минут после начала экзамена.

Ответственность за достоверность информации, представленной в портфолио, несет абитуриент, поступающий в магистратуру.

Критерии оценки результатов тестирования

1-10 вопросы в тесте оцениваются в 5 или 15 баллов. Максимальное количество баллов за десять вопросов – 60.

Практическая задача (11-й вопрос) оценивается в 20 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 60 + 20 = 80 баллов.

Критерии оценки портфолио:

Максимальное количество баллов – 20

Учебная деятельность:

Критерии оценки портфолио	Баллы	Подтверждающий документ
Средний балл по диплому: • диплом с отличием; • 4,51-4,80; • 4-4,5.	 4 3 2	скан - копии диплома о высшем образовании и приложения к диплому.
Признание абитуриента победителем или призером проводимых учреждением высшего образования олимпиады, конкурса, соревнования, состязания международного/всероссийского уровня, направленных на выявление учебных достижений студентов: • 1 место (международный статус мероприятия); • 2 место (международный статус мероприятия); • 3 место (международный статус мероприятия); • 1 место (всероссийский статус мероприятия); • 2 место (всероссийский статус мероприятия); • 3 место (всероссийский статус мероприятия).	 8 7 6 5 4 3	скан - копии дипломов, сертификатов, подтверждающих признание студента победителем или призером проводимых учреждением высшего образования олимпиады, конкурса, соревнования, состязания международного / всероссийского уровня, направленных на выявление учебных достижений обучающихся. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в вышеуказанных мероприятиях за период обучения в вузе. Региональный уровень мероприятий в данном критерии не учитывается (наличие двух и более достижений по одному отдельному критерию не увеличивает количество баллов).
Рекомендация Председателя ГЭК по поступлению в магистратуру: • имеется; • не имеется.	 3 0	Рекомендация Председателя ГЭК, подписанная им лично.

Научная деятельность:

Критерии	Баллы	Подтверждающий документ
Опубликованные за период обучения в вузе научных и научно-практические работы: • статьи в зарубежных изданиях, входящих в международные системы цитирования Web of Science или Scopus; • статьи в российских периодических изданиях из перечня ВАК; • статьи и тезисы в прочих изданиях.	14 8 2	скан - копии опубликованных научных и научно-практических работ в период обучения в вузе (баллы по отдельным критериям внутри научной деятельности суммируются, наличие двух и более достижений по одному отдельному критерию не увеличивает количество баллов)
Опыт исследовательской деятельности: • участие в работе научно-исследовательской лаборатории по направлению подготовки; • участие в проектной деятельности по направлению подготовки; • участие в грантах РНФ; • участие в хоздоговорной деятельности по направлению подготовки.	4 4 2 2	• копия договора с РФФИ, РНФ, подтверждающего участие в проектной и грантовой деятельности; • копия договора с предприятиями - заказчиками (организациями); • копия договора об участии в проекте. Наличие двух и более достижений по одному критерию не увеличивает количество баллов.

Общественная, культурно – творческая и спортивная деятельность:

Критерии	Баллы	Подтверждающий документ
Участие в организации и проведении социально ориентированной, общественной деятельности (шефская помощь, благотворительные акции и иные подобные формы мероприятий): • имеется; • не имеется.	2 0	скан - копии документов, подтверждающие участие в организации и проведении социально ориентированной, общественной деятельности в период обучения в вузе (шефская помощь, благотворительные акции и иные подобные формы мероприятий)
Награда (приз) за результаты культурно-творческой деятель-		скан - копии документов, подтверждающие наличие награды

ности международного, всероссийского мероприятия: • 1 место (международный уровень мероприятия); • 2 место (международный уровень мероприятия); • 3 место (международный уровень мероприятия); • 1 место (российский уровень мероприятия); • 2 место (российский уровень мероприятия); • 3 место (российский уровень мероприятия).	 3 2,5 2 1,5 1 0,5	(приза) за результаты культурно - творческой деятельности международного, всероссийского мероприятия. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в данных мероприятиях в период обучения в вузе (наличие двух и более достижений по одному отдельному критерию не увеличивает количество баллов)
Награда (приз) за результаты спортивной деятельности, осуществленной им в рамках спортивных международных, всероссийских мероприятий: • 1 место (международный уровень мероприятия); • 2 место (международный уровень мероприятия); • 3 место (международный уровень мероприятия); • 1 место (российский уровень мероприятия); • 2 место (российский уровень мероприятия); • 3 место (российский уровень мероприятия).	 3 2,5 2 1,5 1 0,5	скан - копии документов, подтверждающие наличие награды (приза) за результаты спортивной деятельности, осуществленной им в рамках спортивных международных, всероссийских мероприятий в период обучения в вузе. Учитываются только 1,2,3 места, занятые в данных мероприятиях в период обучения в вузе (наличие двух и более достижений по одному отдельному критерию не увеличивает количество баллов)

Дополнительные навыки:

Критерии	Баллы	Подтверждающий документ
Документ, подтверждающий стаж работы не менее 6-ти месяцев по направлению поступления в магистратуру: • имеется; • не имеется.	 4 0	скан - копии трудовой книжки/трудового договора, подтверждающие стаж работы не менее 6-ти месяцев по направлению поступления в магистратуру

При равенстве суммы конкурсных баллов более высокое место в списке занимают поступающие, имеющие более высокий средний балл по представленно-

му диплому о предыдущем образовании.

Средний балл рассчитывается на основании оценок, входящих в приложение к диплому:

- число отличных оценок умножить на 5;
- число хороших оценок умножить на 4;
- число удовлетворительных оценок умножить на 3;
- сложить полученные произведения;
- полученную сумму разделить на число оценок.

3.2 Примерные задания

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. Решить уравнение

$$3y'^2 = 4yy' + y^2$$

2. Определить тип уравнения

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial u}{\partial r}\right) - \frac{\partial u}{\partial t} + u = 0 \text{ в области } r > 0, t > 0.$$

3. Привести уравнение к каноническому виду $u_{xx} - xu_{yy} = 0$

4. Рассматривается задача Коши

$$u_{tt} = a^2 u_{xx}, -\infty < x < +\infty, t > 0,$$

$$u(x,0) = 0, -\infty < x < +\infty,$$

$$u_t(x,0) = u_1(x), -\infty < x < +\infty,$$

где $u_1(x) = V_0 = \text{const} > 0$ при $x \in (-1,1)$, и $u_1(x) \equiv 0$ при $x \notin (-1,1)$.

Нарисовать графики функции $u(x,t)$ как функции переменной x при $t = t_k = \frac{k}{4a}, k = 2,4,6.$

5. Вычислить интеграл $\int_0^1 \exp(x^2)\,dx$ по формуле трапеций и оценить погрешность.

6. С каким шагом следует составить таблицу функции $\sin(x)$ на отрезке $[0, \pi/2]$, чтобы погрешность кусочно-линейной интерполяции не превосходила величины $10^{-6}/2$?

7. Для решения системы $Ax=b$ с матрицей $A=\begin{pmatrix} \alpha & \beta & 0 \\ \beta & \alpha & \beta \\ 0 & \alpha & \beta \end{pmatrix}$ применяется метод Якоби. Найти все значения параметров α и β, обеспечивающие сходимость с произвольного начального приближения.

Примеры задач по программированию

8. Дано целое число N и набор из N целых чисел, содержащий по крайней мере два нуля. Вывести сумму чисел из данного набора, расположенных между последними двумя нулями. Если последние два нуля идут подряд, вывести 0.

9. Дано целое число N и набор из N целых чисел. Найти номера первого минимального и последнего максимального элемента из данного набора и вывести их в указанном порядке.

10. Решается задача нахождения подстроки в строке. Строка имеет длину N, искомая подстрока – длину M. Рассматриваются два алгоритма. Время работы первого составляет приблизительно 2·N·M элементарных операций, время работы второго составляет около 50·M+38·N элементарных операций. Задача состоит в поиске вхождений слова «Ржевский» в тексте романа Л.Н. Толстого «Война и мир», длина которого составляет примерно 3.5 миллиона символов.

Какая из двух указанных реализаций алгоритмов будет наиболее эффективной?

Также возможны и другие виды задач.

Далее указан **примерный перечень классов задач** по данной программе:

Алгебра и геометрия

- использование квадратичных форм;
- понятие и свойства линейного оператора, линейной зависимости и линейной независимости элементов;
- вычисление ранга матриц;
- решение систем линейных уравнений и др.

Дифференциальные уравнения

- решение дифференциальных уравнений 1 и 2 порядков;
- решение задачи Коши;

Численные методы

- построение интерполяционных множеств;
- приближенное вычисление функций;
- вычисление интегралов по квадратурным формулам;
- нахождения нулей функций и проверка сходимости итераций

Методы оптимизации и исследование операций

- построение моделей оптимизационных задач;
- исследование выпуклости функций и множеств;
- безусловную минимизацию и др.

Основы программирования

- написание программ с использованием алгоритмов сортировки и поиска;
- работу с массивами, списками, очередями, стеками, двоичными деревьями,

файлами;

- использование принципов объектно-ориентированного программирования и др.

Раздел IV. Список литературы

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы, 6-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 636 с.
2. Глазырина Л.Л., Карчевский М.М. Введение в численные методы: учебное пособие. – Казань: Казан. ун-т, – 2012. – 122 с.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учебное пособие для вузов. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 432 с.
4. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. - М.: Наука, 1965. – 431 с.
5. Ашманов С. А. Линейное программирование: Учеб. пособие. - М.: Наука.- 1981.-304 с.
6. Братчиков И.П. Синтаксис языков программирования. - М.; Наука, 1975. - 232 с.