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
Заместитель председателя приемной комиссии - первый проректор
_____ Р.Г. Минзарипов
«29» 04 20 24 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Направление подготовки: «Фундаментальная информатика и информационные технологии («Fundamental Informatics and Information Technology»)»
Магистерская программа: «Наука о Данных («Data Science»)»
Форма обучения: очное

Вступительное испытание состоит из двух этапов: ответа на вопросы билета, собеседования и оценки портфолио, представленного абитуриентом.

Вступительное испытание должно выявить:

1) четкое знание определений и теорем, предусмотренных программой экзамена;

2) умение доказывать эти теоремы;

3) способность точно и сжато выражать мысль в письменном изложении;

4) навыки практического применения указанных теоретических положений.

5) уровень мотивированности абитуриента, его лидерские качества, возможности профессионального и личностного роста.

Критерии оценки ответа на вопросы билета вступительного экзамена

Каждый экзаменационный билет состоит из 2 вопросов.

Первый из указанных в билете вопросов предполагает раскрытие основных теоретических знаний абитуриентов в области математики и информатики. При ответе на него необходимо дать краткую характеристику указанных понятий, привести примеры, раскрывающие суть теоретических понятий и положений, доказать свойство или теорему, если они указаны в билете.

Второй вопрос билета практического характера и предполагает решение задачи или представленной проблемы.

Считается, что ответ удовлетворяет заданному в билетах вопросу, если:

1. Раскрыто содержание теоретических понятий в первом вопросе, указаны основные теоретические положения и теоремы (с полным доказательством) по данному вопросу (40 баллов).
2. Решена задача или предложенная проблема, сформулированная во втором вопросе билета (40 баллов).

Инструкция по ответу на вопросы билета вступительного экзамена

Ответы на указанные в билете вопросы выполняются письменно с указанием номера билета и вопроса в нем.

Ответ на первый вопрос должен быть четким и сформулирован согласно известным определениям и положениям математических наук. Если для раскрытия содержания теоретического вопроса приводится практический пример, то он должен показывать применение указанных в ответе теоретических положений на практике.

При ответе на второй вопрос билета следует привести решение указанной задачи или предложенной проблемы. Обосновать свое решение.

Устный этап

Проводится в тот же день сразу после письменного этапа. На устном этапе проводится собеседование и оценивается портфолио поступающего. На собеседовании абитуриент может аргументированно обосновать свой ответ на билет, если у членов комиссии возникли вопросы, и рассказать о своем портфолио, которое может включать в себя:

1) диплом с отличием по профильному направлению. Утверждается при наличии копии диплома (до 4 баллов).

2) наличие публикаций–за наличие публикаций по направлению подготовки в магистратуре (в журналах Scopus или Web of Science), по публикациям списков ВАК и РИНЦ. Подтверждение: либо сама публикация, либо уведомление о принятии статьи на публикацию (до 9 баллов).

3) проявление исследовательской активности в годы учебы – участие в научных конференциях (должно подтверждаться тезисами/публикациями), студенческих олимпиадах (дипломы/грамоты) , именные стипендии (сертификат), выигранные гранты (сертификат/свидетельство о выигранном гранте), участие в общественной жизни института (должно подтверждаться дипломами или грамотами) (до 4 баллов).

4) опыт практической реализации выполненных курсовых и дипломных работ на предприятии или организации (подтверждается актом внедрения) (до 3 баллов).

Всего за портфолио не более 20 баллов.

Инструкция по оформлению портфолио

Портфолио оформляется в соответствии с нижеприведенной структурой самим поступающим на бумажном носителе и передается в директорат института Вычислительной математики и информационных технологий непосредственно в утвержденные даты вступительных испытаний, без возможности последующего дополнения и корректировки.

Ответственность за достоверность информации представленной в портфолио несет абитуриент, поступающий в магистратуру. При оформлении следует соблюдать аккуратность и достоверность данных.

Структура портфолио личных достижений:

1. Титульный лист портфолио;
2. Опись
3. копии документов:

Все документы в портфолио предоставляются в виде копий документов, поданное портфолио остается в институте Вычислительной математики и информационных технологий.

Оригиналы документов не принимаются.

Минимум баллов для получения положительной суммарной оценки за ответ на билет и по итогам собеседования составляет 40 баллов. Максимум

баллов за ответ на билет составляет 100 баллов.

В случае, если на одно бюджетное место претендуют несколько абитуриентов с одинаковым количеством баллов, полученных на вступительных испытаниях, комиссией рассматриваются индивидуальные достижения поступающего с точки зрения профиля программ магистратуры и средний балл по диплому о высшем образовании.

Основные разделы

Технологии баз данных

Теоретические вопросы: Реляционная модель данных. Метод ER-диаграмм. Преобразование ER-диаграммы в реляционную модель данных. Понятие ссылочной целостности.

Теория нормализации: понятие отношения, нормальные формы (1НФ, 2НФ, 3НФ, Нормальная форма Бойса-Кодда).

Основные операторы языка SQL: создание таблицы, вставки, удаления и изменения данных, оператор SELECT.

Реляционные операции алгебры Кодда и их связь с оператором SELECT.

Оптимизация поиска: понятие индекса, виды индексов (индексно-последовательные файлы, B-деревья, хеш-таблицы).

Организация доступа к базам данных из клиентских приложений (средства доступа к базам данных для языков программирования C#, Java, Python и пр.).

Возможные типы задач: Описание реляционной модели данных для заданной предметной области. Написание запросов для заданной реляционной базы данных. Поиск и устранение нарушений нормальных форм в реляционных базах данных. Построение индексов для различных наборов данных.

Дискретная математика и математическая логика

Теоретические вопросы: Канонические формы представления булевых функций (ДНФ, КНФ, СДНФ, СКНФ, полином Жегалкина).

Замыкание систем функций алгебры логики. Основные замкнутые классы.

Полнота систем функций алгебры логики. Критерий функциональной полноты.

Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.

Детерминированные и ограниченно детерминированные функции. Способы задания ограниченно-детерминированных функций.

Аксиоматическая система исчисления высказываний. Доказуемость и выводимость.

Логика предикатов. Кванторы. Свободные и связанные переменные. Формулы. Интерпретации. Общезначимость. Логическое следование. Теория доказательств. Аксиомы и правила вывода.

Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Проблема однозначности кодирования. Префиксные коды. Коды с минимальной

избыточностью (Коды Хафмана).

Помехоустойчивое кодирование. Коды Хемминга.

Графы. Способы задания графов. Геометрическая реализация графов. Обходы графа в глубину и в ширину. Вычисление числа компонент связности графа. Алгоритмы поиска путей в графе. Алгоритмы нахождения минимального остова графа.

Возможные типы задач: Построение функций алгебры логики в канонических формах для функции, заданной таблицей. Проведение эквивалентных преобразований булевых функций. Построение кодов Хафмана. Построение кодов Хемминга.

Алгебра и геометрия

Теоретические вопросы: Обратная матрица: формула для вычисления элементов обратной матрицы. Метод Гаусса-Жордана вычисления обратной матрицы.

Правило Крамера для решения системы линейных уравнений.

База линейного пространства. Координаты вектора в базисе. Матрица перехода от одной базы к другой.

Ранг матрицы. Методы вычисление ранга матрицы.

Однородные системы уравнений. Теорема о фундаментальном множестве решений.

Теорема Кронекера-Копелли. Общее решение неоднородной системы уравнений.

Собственные значения и собственный вектор линейного оператора.

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

Квадратичные формы. Замена переменных. Ранг канонической квадратичной формы.

Возможные типы задач: Решение систем линейных уравнений. Вычисление ранга матрицы, приведение квадратичной формы к главным осям.

Теория вероятностей и математическая статистика

Теоретические вопросы: Условная вероятность. Независимость событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Функция распределения вероятностей и ее свойства. Примеры распределений: Бернулли, биномиальное, Пуассона, равномерное, показательное, нормальное и др.распределения.

Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Моменты.

Независимость случайных величин; критерии их независимости.

Закон больших чисел Чебышева.

Проверка статистических гипотез.

Методы оптимизации, исследование операций и теория игр

Теоретические вопросы: Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду. Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Метод дополнительных переменных и метод искусственных переменных.

Определение выпуклых множеств и выпуклых функций. Экстремальные свойства выпуклых функций.

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

Методы условной минимизации выпуклых функций (метод условного градиента, метод проекции градиента).

Методы многокритериальной оптимизации.

Игровые модели задач принятия решений: антагонистические матричные игры, биматричные игры, кооперативные игры, позиционные игры.

Возможные типы задач: Решение задачи линейного программирования симплексным методом. Проверка выпуклости функций. Проведение нескольких итераций для решения задач безусловной минимизации выпуклых функций. Проведение нескольких итераций для решения задач условной минимизации выпуклых функций.

Машинное обучение

Теоретические вопросы: Линейные модели регрессии и метод наименьших квадратов.

Задача классификации. Понятие дерева решений. Виды разделяющих функций. Обучение дерева решений. Алгоритм Random Forest. Каскад классификаторов.

Задача кластеризации и алгоритм k-means.

Основы программирования

Теоретические вопросы: Алгоритмизация: Алгоритмы сортировки и оценка их вычислительной сложности. Алгоритмы поиск и оценка их вычислительной сложности. Символьные строки и алгоритмы их обработки. Структуры данных – списки, стеки, очереди и их применение в алгоритмах. Деревья и алгоритмы их обработки. Способы применения деревьев в программах.

Процедурное программирование: Процедуры, функции и правила их описания. Способы передачи параметров в процедуры и функции. Рекурсивные функции и их особенности.

Особенности языков программирования C++, C#. Java, Python: особенности синтаксиса, управления памятью, реализации коллекций.

Принципы объектно-ориентированного программирования (инкапсуляция, наследование и полиморфизм): Понятие класса: свойства и методы класса, модификаторы доступа, конструкторы, деструкторы, переопределение операций. Реализация принципов наследования и полиморфизма при разработке классов.

Возможные типы задач: Написание программ для реализации алгоритмов сортировки и поиска. Написание программ для реализации алгоритмов обработки

символьных строк. Написание программ для реализации алгоритмов обработки списков, стеков и очередей. Написание программ для реализации алгоритмов обработки деревьев. Написание программ для реализации алгоритмов обработки графов. Создание классов. Создание классов с использованием наследования. Переопределение элементов классов при наследовании. (Язык программирования при решении задач может быть выбран абитуриентом самостоятельно).

Web-технологии

Теоретические вопросы: Модель «клиент-сервер». Стек протоколов OSI. Особенности http-протокола. Организация клиентской стороны web-приложения (front-end): HTML, CS, JS. Технологии создания серверной стороны web-приложения (back-end): PHP, ASP.NET, Django, Java-технологии или Ruby on Rails.

Возможные типы задач: Описать алгоритм отправки web-запроса и приема и интерпретации результата для заданных предметных областей (можно написать программный код или можно описать общие принципы обмена данными алгоритмически, например, с помощью псевдокода, но с указанием применяемой технологии программирования).

Список литературы

1. Курош, А.Г. Курс высшей алгебры [Электронный ресурс] : учебник / А.Г. Курош. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 432 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/30198.
2. Ильин, В.А. Линейная алгебра [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 280 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2178.
3. Ландо, С.К. Введение в дискретную математику [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.К. Ландо. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2012. - 264 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56405.
4. Дискретная математика. Углубленный курс: Учебник / Соболева Т.С.; Под ред. Чечкина А.В. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 278 с. ЭБС 'Знаниум': http://znanium.com/bookread2.php?book=520541
5. Туганбаев, А.А. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Туганбаев, В.Г. Крупин. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 320 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/652
6. Свешников А.А. Прикладные методы теории вероятностей.- СПб.: Лань, 2012. - 480 с. . - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/3184
7. Игошин В. И. Математическая логика: Учебное пособие / Игошин В.И. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 398 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=543156
8. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. - М.: Физматлит, 2011. – 384 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2330
9. Вьюгин, В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Вьюгин. — Электрон. дан. — Москва : МЦНМО, 2013. — 304 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/56397.
10. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Вирт. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1261
11. Стивен Прата. Язык программирования C++. Лекции и упражнения: Пер. с англ. – М: ООО «И.Д. Вильямс», 2012. – 1248 с.
12. Хейлсберг А., Торгерсен М., Вилтамут С., Голд П. Язык программирования C#: Пер. с англ. – СПб: «Питер», 2011. – 784 с.
13. Рейтц К., Шлюссер Т. Автостопом по Python Пер. с англ. – СПб: «Питер», 2017. – 336 с.
14. Шилдт, Герберт Java 8. Руководство для начинающих / Герберт Шилдт. - М.: Вильямс, 2015. - 720 с.
15. Крёнке Д. Теория и практика построения баз данных. – СПб: Питер, 2003. – 800 с.
16. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1088 с.

17. Дронов, В.А. HTML 5, CSS 3 и Web 2.0. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.

18. Дронов, В.А. Django: Практика создания Web-сайтов на Python– СПб: БХВ-Петербург, 2016. – 528 с.

19. Котеров, Д. В. PHP 7. Наиболее полное руководство (3-е издание) – СПб: БХВ-Петербург, 2016. – 1088 с.

Примеры задач

1. Определить область сходимости степенного ряда

$$(x-2)+\frac{1}{2^2}(x-2)^2+\frac{1}{3^2}(x-2)^3+\cdots+\frac{1}{n^2}(x-2)^n+\cdots$$

2. Решить уравнение

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

3. Найти плотность вероятности, математическое ожидание и дисперсию с.в. X, которая задана функцией распределения $F(x)$

$$F(x)=\begin{cases}0, & при\ x\le 0\\ x/3, & при\ 0<x\le 3\\ 1, & при\ x>3\end{cases}$$

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

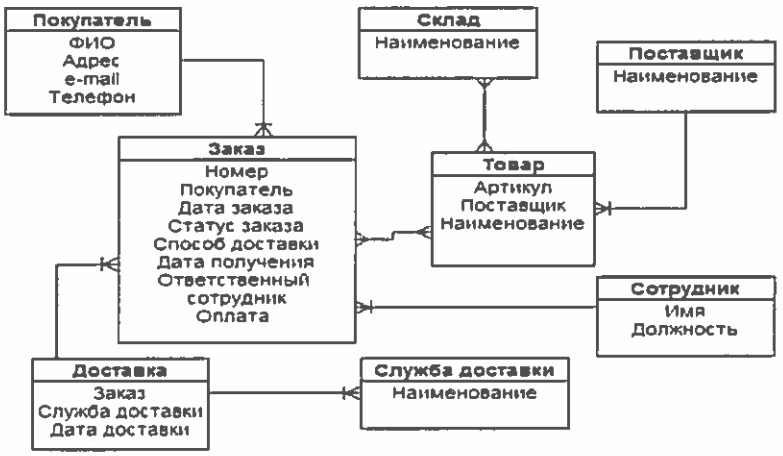
5. Вычислить интеграл $\int_0^1 \exp(x^2)dx$ по формуле Ньютона–Котеса с узлами 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 и оценить погрешность.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. На диаграмме представлена ER-модель интернет-магазина.



Введите новую сущность, так чтобы в диаграмме не было связи многие ко многим.

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 темам теоретической части данной программы:

Численные методы

- построение интерполяционных множеств;
- приближенное вычисление функций при помощи квадратурных формул;
- метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений;
- метод Якоби решения систем линейных уравнений и др.

Математический анализ

- нахождение производной функции одной переменной в точке;
- вычисление определенных интегралов;
- исследование несобственных интегралов на сходимость;
- исследование числовых рядов на сходимость;
- определение области сходимости степенных рядов.

Дифференциальные уравнения и уравнения математической физики

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

- приведение уравнений к каноническому виду;
- краевые задачи для уравнений 2 порядка, задача Коши для уравнения колебания струны и др.

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.

Теория вероятностей и математическая статистика

- определение вероятности событий;
- построение функции распределения;
- нахождение числовых характеристик случайных величин

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.

Базы данных

- написание программ к заданным базам данных;
- построение и анализ ER-диаграмм баз данных;
- построение типовых вариантов индексов (индексно-последовательные файлы, B-деревья, Хеш-таблицы) и др.

Дискретная математика

- построение кода Хафмана;
- коды Хемминга;
- построение функций алгебры логики в канонических формах.