

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру
1.2. «Компьютерные науки и информатика»**

стр. 1 из 12

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

2022 г.



ПРОГРАММА

вступительных испытаний в аспирантуру по группе специальностей

1.2. Компьютерные науки и информатика

Екатеринбург

2022

Содержание	стр
1. Назначение и область применения	3
2.1 Научная специальность 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.	3
2.2 Научная специальность 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.....	6
3. Критерии оценки	8
4. Рекомендуемые Интернет-ресурсы.....	9
Лист согласования.....	12

1. Назначение и область применения

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по группе научных специальностей 1.2. «Компьютерные науки и информатика».

Программа предназначена для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по следующим научным специальностям из группы научных специальностей 1.2. «Компьютерные науки и информатика»:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Целью вступительного экзамена является проверка способности и готовности претендента к обучению по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), в соответствии с федеральными государственными требованиями (приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951), выполнению профессиональных задач в сфере научной деятельности.

Форма проведения вступительного экзамена

Вступительные испытания проводятся в форме устного собеседования по билетам. В состав билета входит два вопроса, перечень которых доводится до сведения поступающих путем публикации программ вступительных испытаний на официальном сайте.

При необходимости вступительные испытания могут быть проведены в дистанционном формате. Перед началом дистанционных вступительных испытаний члены экзаменационных комиссий идентифицируют поступающего путем визуальной сверки предъявляемой через видеосвязь фотографии в паспорте с абитуриентом, вышедшим на связь. В случае не прохождения (отказа от прохождения) абитуриентом идентификации, вступительное испытание для данного абитуриента прекращается с оформлением документов о выбытии абитуриента из конкурса.

Требования к процедуре вступительного экзамена

Требования к порядку планирования, организации и проведения вступительного экзамена, к структуре и форме документов по его организации определены Правилами приема поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

2.1 Научная специальность 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Содержание программы

Дифференциальное и интегральное исчисление: формула Тейлора; асимптотические разложения элементарных функций; исследование функций методами дифференциального исчисления; функции в R^n , свойства непрерывных функций; дифференциал и частные производные, производная по направлению, градиент; касательная плоскость и нормаль к поверхности; якобианы; теоремы о неявных функциях; замена переменных.

Ряды: сходимость и сумма числового ряда; критерий Коши; признаки Даламбера, Коши, интегральный признак, признак Лейбница; абсолютная и условная сходимость; равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов, признаки сходимости; теорема о

предельном переходе; теорема о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании; степенные ряды.

Функциональный анализ: топологические пространства, их непрерывные отображения; компактность в топологических пространствах; метрические пространства, полнота; принцип сжимающих отображений и его применения; мера Лебега; измеримые функции и их свойства; теорема Егорова; интеграл Лебега и его свойства; предельный переход под знаком интеграла Лебега; Гильбертовы пространства; ортогональные системы функций; полные системы, критерий полноты; неравенство Бесселя; сходимости рядов Фурье в гильбертовом пространстве; равенство Парсеваля.

Линейная алгебра: линейные пространства, базис, размерность; теорема о ранге матрицы; системы линейных уравнений, теоремы об общем решении однородных и неоднородных систем; билинейные и квадратичные формы в линейных пространствах, приведение квадратичных форм к нормальному виду, закон инерции; линейные отображения в линейных пространствах, собственные векторы и собственные значения; приведение матрицы линейного оператора к нормальной форме Жордана.

Интегральные уравнения: линейные уравнения Фредгольма 2-го рода; теоремы Фредгольма.

Дифференциальные уравнения: уравнения первого порядка, теорема существования и единственности решения задачи Коши; линейные системы; определитель Вронского; теорема Лиувилля; метод вариации постоянных; системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами; устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость; устойчивость линейных систем; теорема об устойчивости по первому приближению; линейные дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка, их классификация; задача Дирихле для уравнения Лапласа.

Теория вероятностей: схема Бернулли; теорема Муавра-Лапласа; закон больших чисел; центральная предельная теорема.

Численные методы: методы решения систем линейных уравнений, точные и итерационные; методы решения нелинейных уравнений и систем; интерполяционный многочлен в формах Ньютона и Лагранжа; метод наименьших квадратов; численное дифференцирование; численное интегрирование; численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений; сеточные методы решения задач математической физики.

Вопросы для вступительного испытания

1. Формула Тейлора, формы остаточного члена, разложения элементарных функций.
2. Промежутки монотонности, экстремумы, выпуклость, перегибы и асимптоты функций.
3. Дифференциал, частные производные, производная по направлению, градиент функции многих переменных.
4. Якобиан и замена переменных в функциях многих переменных.
5. Теоремы о неявных функциях.
6. Сходимость числовых рядов, критерий Коши, признаки сходимости.
7. Равномерная сходимость функциональных последовательностей и рядов, признаки сходимости, теорема о предельном переходе.
8. Теоремы о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании функциональных рядов.
9. Степенные ряды, радиус сходимости, формула Коши-Адамара.

10. Топологические пространства, их непрерывные отображения; компактность.
11. Метрические пространства, полнота, принцип сжимающих отображений.
12. Мера Лебега, свойства измеримых функций, теорема Егорова.
13. Интеграл Лебега и его свойства, предельный переход под знаком интеграла Лебега.
14. Гильбертовы пространства, ортогональные системы функций, полные системы, критерий полноты.
15. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля в гильбертовых пространствах.
16. Сходимость рядов Фурье в гильбертовом пространстве.
17. Линейные пространства, базис, теорема о базисах конечномерных пространств, размерность.
18. Теорема о ранге матрицы, ее следствия.
19. Системы линейных уравнений, теоремы об общем решении однородных и неоднородных систем.
20. Билинейные и квадратичные формы в линейных пространствах, приведение квадратичных форм к нормальному виду, закон инерции.
21. Линейные отображения в линейных пространствах, собственные векторы и собственные значения, их свойства.
22. Жорданова форма матрицы линейного оператора, теорема Жордана, алгоритм Чуркина.
23. Линейные уравнения Фредгольма 2-го рода, теоремы Фредгольма.
24. Дифференциальные уравнения первого порядка, теорема существования и единственности решения задачи Коши.
25. Линейные системы дифференциальных уравнений, определитель Вронского.
26. Метод вариации произвольных постоянных.
27. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами;
28. Устойчивость по Ляпунову и асимптотическая устойчивость.
29. Устойчивость линейных систем, теорема об устойчивости по первому приближению.
30. Линейные дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка, их классификация.
31. Задача Дирихле для уравнения Лапласа.
32. Схема независимых испытаний Бернулли, теорема Муавра-Лапласа.
33. Закон больших чисел.
34. Центральная предельная теорема.
35. Точные и итерационные методы решения систем линейных уравнений.
36. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.
37. Интерполяционный многочлен в формах Ньютона и Лагранжа.
38. Метод наименьших квадратов.
39. Численное дифференцирование и численное интегрирование.
40. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
41. Сеточные методы решения задач математической физики.

Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)

Основная литература:

1. Арестов В.В., Глазырина П.Ю. Дифференциальные свойства функций одного действительного переменного. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013.
2. Зорич В.А., Математический анализ. т.т. 1 и 2, М: МЦНМО, 2007.
3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: URSS, 2011

4. Кремер Н.Ш. «Теория вероятностей и математическая статистика». М.: Логос, 2010.
5. Калиткин Н. Н. Численные методы. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
6. Пименов В.Г. Численные методы. Часть 1. Екатеринбург: Изд.-во Урал. Ун-та, 2013
7. Пименов В.Г., Ложников А.Б. Численные методы. Часть 2. Екатеринбург: Изд.-во Урал. Ун-та, 2014.

Дополнительная литература:

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. М.: Дрофа; т.1 - 2003, т.2 - 2004, т.3 - 2006.
2. Никольский С.М. Курс математического анализа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
3. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 1976.
4. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. СПб.: Лань, 2007
5. Мальцев А.И. Основы линейной алгебры. М.: Наука, 1970.
6. Шолохович Ф.А. Лекции по дифференциальным уравнениям. Екатеринбург: Уральское издательство, 2005.
7. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
8. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. М.: Наука, 1982.
9. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: БИНОМ. 2006.
10. Самарский А.А. , Гулин А. В. Численные методы. М.: Наука, 1989.

2.2 Научная специальность 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Содержание программы

Комбинаторика: принцип включения-исключения; числа Каталана, числа Стирлинга, числа Белла; формула Эйлера-Маклорена, формула Стирлинга; рекуррентные соотношения, теорема об общем решении для однородных соотношений с постоянными коэффициентами.

Теория графов: эйлеровы и гамильтоновы циклы, теоремы Эйлера и Оре; планарность, теоремы Эйлера и Понтрягина-Куратовского; раскраски, теоремы Брукса и Хивуда.

Алгебра логики: булевы функции, нормальные формы, полиномы Жегалкина; полные системы, замкнутые классы, теорема Поста.

Логика и теория алгоритмов: формализация логики первого порядка (исчисления предикатов); сколемовская нормальная форма; метод резолюций; теорема компактности, теорема Гёделя о полноте; рекурсивные функции, рекурсивно перечислимые множества; машины Тьюринга, тезис Чёрча, алгоритмически неразрешимые проблемы; вычислительная сложность алгоритма и задачи; классы сложности P, NP, PSPACE; сводимость и полнота в классах сложности.

Автоматы и языки: детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, теорема Рабина-Скотта; регулярные языки, теорема Клини; минимальные автоматы, теорема Майхилла-Нероуда; контекстно-свободные грамматики и языки, теорема о подстановке, лемма о накачке; МП-автоматы, теорема о распознавании класса контекстно-свободных языков.

Комбинаторные алгоритмы: жадные алгоритмы (алгоритм Краскла, алгоритм Дейкстры); алгоритмы разделяй-и-властвуй (быстрое умножение, быстрое преобразование Фурье); динамическое программирование (алгоритм Форда-Беллмана, алгоритмы укладки рюкзака);

потоки (теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона).

Теория информации: Информация и энтропия, теорема Шеннона о кодировании источника.

Линейное программирование: постановка задачи; симплекс-метод; подинomialное решение задачи линейного программирования; двойственная задача, теорема двойственности.

Вопросы для вступительного испытания

1. Принцип включения-исключения, вывод формулы для числа разбиений.
2. Формула Эйлера-Маклорена, ее вывод, вычисление сумм на ее основе.
3. Формула Стирлинга, ее вывод и применение.
4. Рекуррентные соотношения, теорема об общем решении для однородных соотношений с постоянными коэффициентами.
5. Эйлеров цикл, теорема Эйлера для неориентированного и ориентированного случаев.
6. Гамильтонов цикл, теорема Оре.
7. Планарные графы, теорема Эйлера о многогранниках.
8. Критерий планарности графа.
9. Раскраски графов, теорема Брукса.
10. Раскраски плоских графов, теорема Хивуда.
11. Булевы функции, нормальные формы и полиномы Жегалкина.
12. Полные системы булевых функций, замкнутые классы и теорема Поста.
13. Формализация логики первого порядка (исчисления предикатов), теорема о сколемовской нормальной форме.
14. Метод резолюций в логике первого порядка.
15. Теорема Гёделя о полноте логики первого порядка.
16. Рекурсивные функции и рекурсивно перечислимые множества.
17. Машины Тьюринга, примеры алгоритмически неразрешимых проблем.
18. Вычислительная сложность алгоритма и задачи, классы сложности P, NP, PSPACE.
19. Сводимость и полнота в классах сложности P, NP, PSPACE.
20. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, теорема Рабина-Скотта.
21. Регулярные языки и конечные автоматы, теорема Клини.
22. Теорема Майхилла-Нероуда и построение минимального детерминированного автомата.
23. Контекстно-свободные грамматики и языки, теорема о подстановке.
24. Контекстно-свободные грамматики и языки, лемма о накачке.
25. МП-автоматы, теорема о распознавании класса контекстно-свободных языков.
26. Жадные алгоритмы, определение и анализ алгоритмов Краскла и Дейкстры.
27. Алгоритмы разделяй-и-властвуй и оценки сложности на примере быстрого умножения.
28. Быстрое преобразование Фурье.
29. Динамическое программирование, определение и анализ сложности алгоритма Форда-Беллмана и алгоритма укладки рюкзака
30. Потоки в графах, теорема и алгоритм Форда-Фалкерсона.
31. Информация и энтропия, теорема Шеннона о кодировании источника.
32. Постановка задачи линейного программирования, симплекс-метод.
33. Подинomialное решение задачи линейного программирования.
34. Двойственная задача линейного программирования, теорема двойственности.

Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)

Основная литература:

1. Р. Грэхем, Д. Кнут, О. Паташник. Конкретная математика. Основания информатики. СПб.: Вильямс, 2016.
2. Т.Х. Кормен, Ч.И. Лейзерсон, Р.Л. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы. Построение и анализ. СПб.: Вильямс, 2014.

Дополнительная литература:

1. Ф.А. Новиков. Дискретная математика для программистов. 3-е изд. СПб.: Питер, 2009.
2. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. М.: Наука, 1983.
3. М. Холл. Комбинаторика. М.: Мир, 1970.
4. Данциг Д. Линейное программирование, его применения и обобщения. - М., Прогресс, 1966.
5. А.В. Ахо, М.С. Лам, Р. Сети, Дж.Д. Ульман. Компиляторы. Принципы, технологии и инструментарий. 2-е изд. СПб.: Вильямс, 2008.
6. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика. СПб.: Вильямс, 2004.
7. Замятин А.П., Шур А.М. Языки, грамматики, распознаватели. Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2007.
8. Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. М.: МЦНМО, 2000.
9. J. Kleinberg, E. Tardos. Algorithm design. NY: Pearson, 2006.
10. R.L. Graham, M. Grotscchel, L. Lovasz. Handbook of Combinatorics, Volume 1. Elsevier, 1995.
11. J.L. Gross, J. Yellen. Handbook of Graph Theory. CRC Press, 2003.

3. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру по группе научных специальностей 1.2. «Компьютерные науки и информатика»

Оценка ответов претендентов на поступление в аспирантуру по данной группе специальностей производится по сто балльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний - 30 (тридцать) баллов.

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка	Критерии
80-100 баллов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине. 3. Делаются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.

60-79 баллов	<p>1. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно.</p> <p>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</p> <p>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</p> <p>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</p>
30-59 баллов	<p>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</p> <p>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины.</p> <p>3. Имеются затруднения с выводами.</p> <p>4. Определения и понятия даны не чётко.</p>
0-29 баллов	<p>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине.</p> <p>2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.</p> <p>3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</p>

4. Рекомендуемые Интернет-ресурсы

1. <http://www.ascon.ru> – официальный сайт группы компаний «АСКОН»
2. <http://www.cad.ru> – информационный портал «Все о САПР»
3. <http://www.catia.ru> – сайт посвящен универсальной CAD/CAM/CAE/PDM-системе CATIA
4. <http://www.delcam.ru> – официальный сайт компании DelCAM
5. <http://www.sapr.ru> – электронная версия журнала "САПР и графика", <http://www.cadmaster.ru> - электронная версия журнала "CADmaster",
6. <http://www.tflex.ru> – официальный сайт компании «Топ Системы» -
7. Lib.students.ru - Студенческая библиотека lib.students.ru URL: <http://www.lib.students.ru>.
8. Web-портал компании Microsoft для поддержки программы Access [сайт]. URL: office.microsoft.com/ru-ru/access;
9. Web-портал компании Microsoft в России [сайт]. URL: www.microsoft.com/ru-ru;
10. Web-портал компании Oracle в России [сайт]. URL: www.oracle.com/ru;
11. Web-портал компании SyBase в России [сайт]. URL: www.sybase.ru;
12. Web-портал по информационным технологиям CIT Forum [сайт]. URL: citforum.ru;
13. Web-портал по продуктам компании Microsoft [сайт]. URL: msdn.microsoft.com/ru-ru;
14. Web-ресурс SQL.RU [сайт]. URL: www.sql.ru;
15. Web-ресурс журнала «Открытые системы» [сайт]. URL: www.osp.ru;
16. Web-ресурс по информационным технологиям INTERFACE.RU [сайт]. URL: www.interface.ru;
17. Web-ресурс по СУБД MySQL [сайт]. URL: mysql.ru;
18. Web-ресурс по СУБД PostgreSQL [сайт]. URL: www.postgresql.org.
19. Web-ресурс разработчиков информационных систем [сайт]. URL: www.rsdn.ru;
20. Web-форум SQL.RU [сайт]. URL: www.sql.ru/forum;
21. Всемирная свободная Интернет-энциклопедия Wikipedia [сайт]. URL: ru.wikipedia.org
22. Государственная публичная научно-техническая библиотека России URL: <http://www.gpntb.ru/>.
- Интернет-портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» [сайт]. URL: www.ict.edu.ru
- Информационно-поисковая система Google [сайт]. URL: www.google.ru
23. Научная электронная библиотека <http://www.eLIBRARY.ru/>.
24. Национальный открытый интернет-университет «ИНТУИТ» [сайт]. URL: www.intuit.ru;
25. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

<http://www.gost.ru/>

26. Официальный сервер Центрального Банка РФ и Федеральной налоговой службы в интернете:
<http://www.cbr.ru;> [www.nalog.ru.](http://www.nalog.ru)
27. Российская Государственная библиотека URL:[http://www.rsl.ru/.](http://www.rsl.ru/)
28. Российская национальная библиотека URL: [http://www.nlr.ru/.](http://www.nlr.ru/)
29. Российский портал открытого образования [сайт]. URL: [www.openet.edu.ru;](http://www.openet.edu.ru)
30. Центр Инноваций компании Microsoft в УрФУ [сайт]. URL: [mic.usu.ru;](http://mic.usu.ru)
31. Электронная библиотека стандартов IT-GOST.RU [сайт]. URL: it-gost.ru

**Программу вступительного испытания в аспирантуру по группе научных
специальностей 1.2. «Компьютерные науки и информатика» разработали:**

Зав. кафедрой вычислительной
математики и компьютерных наук ИЕНиМ,
доктор физ.-мат. наук, профессор


_____ (подпись)

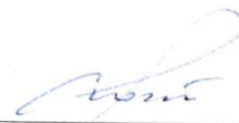
(Пименов В.Г.)

Зав. кафедрой алгебры и
фундаментальной информатики ИЕНиМ,
доктор физ.-мат. наук, профессор


_____ (подпись)


(Волков М.В.)

Профессор кафедры технической
физики ФТИ,
доктор тех. наук, профессор


_____ (подпись)

(Гольдштейн С. Л.)

Доцент департамента информационных
технологий и автоматизации ИРИТ-РТФ,
кандидат тех. наук, доцент


_____ (подпись)

(Аксёнов К.А.)

Зав. кафедрой теоретической
механики ИнФО,
доктор физ.-мат. наук, доцент


_____ (подпись)

(Берестова С.А.)

Лист согласования

Директор ИЕНиМ _____ (Рогожин С.А.)
(название института) (подпись)

Директор ФТИ _____ (Иванов В.Ю.)
(название института) (подпись)

И.о.директора ИнФО _____ (Резник П.Л.)
(название института) (подпись)

Директор ИРИТ-РТФ _____ (Обабков И.Н.)
(название института) (подпись)