

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (КБНЦ РАН)**

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

МЕЖВУЗОВСКАЯ БАЗОВАЯ КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета НОЦ КБНЦ РАН
« ____ » _____ 2022 г.
Постановление № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор КБНЦ РАН
/З.В. Нагоев/ _____ /
« ____ » _____ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

«Теоретическая информатика, кибернетика»

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров

**Группа научных специальностей: 1.2– Компьютерные науки и
информатика**

Специальность:

1.2.3 - Теоретическая информатика, кибернетика

Форма обучения
ОФО, соискательство

Нальчик

2022

Рабочая программа кандидатского экзамена по специальности «Теоретическая информатика, кибернетика» разработана и составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НОЦ КБНЦ РАН и в соответствии с индивидуальным учебным планом работы аспиранта.

Составитель рабочей программы: _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

Рабочая программа рассмотрена на заседании *Межвузовской базовой кафедры математического моделирования*

Протокол от « ____ » _____ 202__ г. № _____

Зав. кафедрой _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

Руководитель НОЦ КБНЦ РАН _____ /д.и.н. А.Х. Абазов/

I. Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина направлена на формирование у аспирантов углубленных знаний по прикладной математике, алгебре логики и информатики для успешной сдачи кандидатского экзамена по специальности «Теоретическая информатика, кибернетика».

II. Содержание и структура дисциплины

№	Название темы
1	Общие положения
2	Концептуальные модели
3	Распознавание образов
4	Управление данными и информационный поиск
5	Элементы теории информации
6	Элементы математической логики и теории алгоритмов
7	Формальные языки и конечные автоматы
8	Комбинаторные методы информатики
	Выпуклый анализ и математическое программирование
9	Программные и технические основы
10	Информационная безопасность
11	Теория игр

III. Образовательные технологии

В НОЦ КБНЦ РАН имеются специализированные помещения с выходом в интернет, специальные ПО (регулярно обновляемые), для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

IV. Перечень вопросов к экзамену по специальной дисциплине

1. Машинное обучение. Задача машинного обучения. Объекты и признаки. Основные понятия: метод обучения, функционал качества, обобщающая способность, скользящий контроль.
2. Алгоритмы классификации: C4.5, анализ формальных понятий, метод опорных векторов, k ближайших соседей, Байесовские классификаторы, AdaBoost, скрытые модели Маркова, метод условных случайных полей. Факторный анализ.
3. Алгоритмы кластеризации: k-средних, самоорганизующиеся карты Кохонена, графовые алгоритмы, алгоритмы, основанные на плотности (DBSCAN), методы нечеткой кластеризации, иерархическая кластеризация.

4. Методы анализа текстовых данных. Приложения задач анализа текстовых данных: поиск схожих объектов, кластеризация, извлечение данных, выявление трендов.
5. Алгоритмы выделения именованных сущностей, гиперонимов, описаний объектов. Разрешение неоднозначности.
6. Алгоритмы выявления ассоциативных правил: A-Priori, PCY, SON, алгоритм Тойвонена, FP-growth. Приближенные алгоритмы дискретной оптимизации.
7. Примеры оптимизационных задач: минимальное трансверсальное множество, минимальное покрывающее множество.
8. Жадные алгоритмы. Сведение к задаче линейного программирования. Алгоритмы со случайным выбором.
9. Алгоритмы анализа социальных сетей. Формализация понятия сообщества в социальной сети.
10. Алгоритмы нахождения сообществ (Гирвана-Ньюмана и др.), SimRank. Оценка авторитетности ресурсов. Алгоритм PageRank и его вариации.
11. Методы представления знаний. Базы знаний. Общие принципы моделирования окружающей среды и мышления человека.
12. Методы представления знаний: классификационные, тезаурусные, основанные на отношениях, семантические сети и фреймы, продукционные и непродукционные.
13. Онтологии. Введение в дескриптивную логику. Семейства логик. Характерные задачи. Логический вывод. Онтологии. Языки описания онтологий. Языки запросов к онтологиям.
14. Семантическая паутина. Введение в Семантическую паутину (Semantic Web). Краткая история развития Всемирной паутины.
15. Основные технологии Semantic Web. Структура SW-приложения. Два подхода к реализации. Проект Linking Open Data. Перспективы развития Semantic Web.
16. Задача распознавания образов. Основные подходы: геометрический, вероятностный и комбинаторно-логический. Примеры задач распознавания.
17. Геометрический подход. Линейные процедуры распознавания. Перцептроны.
18. Теорема Новикова. Метод потенциальных функций.
19. Вероятностный подход. Процедура Байеса. Метод обобщенного портрета. Условия кластеризации.
20. Основные процедуры построения кластеров. Метод скрытых марковских процессов.
21. Комбинаторно-логический подход. Линейные процедуры и информационные веса.
22. Условия эффективности распознавания. Тесовые процедуры распознавания. Алгоритм голосования. Оценки длины минимальных тестов.
23. Модели данных. Понятие модели данных. Иерархическая, сетевая модели данных, сравнительный анализ, противоречия и парадоксы.
24. Базы данных. Независимость программ и данных. Интегрированное использование данных. Непротиворечивость данных. Целостность и защита данных. Структуры БД.
25. Системы управления базами данных. Состав и структура. Типовые функции СУБД: хранение, поиск и модификация данных; обеспечение параллельного доступа к данным; преобразование данных; словарное обеспечение БД; обеспечение целостности и непротиворечивости данных. Язык описания и манипулирования данными SQL.
26. Полнотекстовые БД. Физическая и логическая структура. Файл полного текста. Частотный словарь, инверсный файл.
27. Обеспечение безопасности в СУБД. Методы шифрования протоколов обмена данными. Построение виртуальных баз данных. Защита структур данных.

28. Виртуальная интеграция данных. Задачи интеграции данных. Синтаксическая и семантическая неоднородность. Методы сопоставления схем данных. Перезапись запросов.
29. Неопределенность и информация. Кодирование информации. Алфавитное кодирование. Теорема Маркова. Понятие энтропии стохастического источника.
30. Измерение количества информации по Шеннону. Аксиоматика Шеннона-Хартли.
31. Корректирующие свойства кодов. Коды Хэмминга, коды БЧХ. Теорема Шеннона о передаче при наличии помех.
32. Алгоритмический подход к понятию количества информации. Сложность конечного объекта по А.Н. Колмогорову.
33. Логика первого порядка. Интерпретация формул. Нормальная форма Сколема. Проблема выполнимости. Теорема Черча. Метод резолюций.
34. Модели теории алгоритмов. Вычислимость. Интуитивное и формализованное понятие алгоритма
35. Машины Тьюринга, нормальные алгорифмы Маркова, частично-рекурсивные функции.
36. Тезис Черча. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Универсальный алгоритм.
37. Вычислимые и гёделевы (главные) нумерации вычислимых функций. Теорема Райса о неразрешимости проблемы распознавания любого нетривиального свойства вычислимой функции по ее описанию.
38. Сложность алгоритмов. Классы сложности P и NP, полиномиальная сводимость задач. Теория NP-полноты. Основные NP-полные задачи. Метод ветвей и границ и динамическое программирование в комбинаторных алгоритмах
39. Градиентные и другие приближенные алгоритмы для NP-полных задач.
40. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы. Регулярные языки и регулярные выражения. Свойства регулярных языков. Лемма о накачке для регулярных языков и ее применение.
41. Понятие формального языка. Примеры формальных языков. Задание языков конечными автоматами. Порождение языков формальными грамматиками. Операции над языками.
42. Понятие вывода в формальной грамматике. Язык, порождаемый грамматикой. Линейные и автоматные грамматики и их свойства. Эквивалентность автоматных грамматик и конечных автоматов.
43. Контекстно-свободные грамматики (КС-грамматики) и контекстно-свободные языки (КС-языки). Деревья разбора. Автоматы с магазинной памятью (МП-автоматы). Эквивалентность МП-автоматов и КС-грамматик. Свойства КС-языков
44. Нормальная форма Бэкуса-Наура. Примеры для арифметических выражений. Понятие о LL и LR разборах. Процедура LR(1) разбора выражений, соответствующих формальной грамматике. Операции сдвига и свертки.
45. Принципы комбинаторики. Классификационные задачи. Учет различимости предметов и классов. Числа Белла и Стирлинга-1. Методы перечисления.
46. Основные понятия выпуклого анализа и формулы выпуклого исчисления. Теорема Фань Цзы. Теоремы об отделимости. Теорема Вейля. Теоремы о субдифференциале и об очистке.
47. Принцип Лагранжа для выпуклых задач. Теорема Куна-Таккера. Операции Минковского над выпуклыми множествами.
48. Теоремы двойственности в выпуклом программировании. Теоремы двойственности и симплекс метод в линейном программировании. Транспортная задача и задача о назначении. Основные алгоритмы
49. Задача об оптимальном перемещении масс. Двойственность Монжа-Канторовича.
50. Алгоритмы поиска решений гладких, выпуклых и вариационных экстремальных задач.

51. Метод центрированных сечений, метод эллипсоидов, метод симплексов. Метод внутренней точки (самосогласованные барьеры).
52. Градиентный метод и его обобщения. Полуопределенное программирование.
53. Классификация языков программирования. Структурное программирование. Объектно-ориентированный подход. Императивное, функциональное и логическое программирование. Статическая и динамическая типизация. Компиляция и интерпретация программ.
54. Язык программирования Си. Организация программы. Аргументы командной строки. Схема трансляции программ на языке Си.
55. Математические методы анализа программных систем. Формальные модели описания систем: конечные автоматы, сети Петри, линейные временные логики. Алгоритмические задачи проверки выполнимости свойств модели
56. Принципы создания информационных систем в сети Интернет. Клиент-серверная и многоуровневая архитектура программ.
57. Теорема фон-Неймана о существовании седловой точки в смешанных стратегиях для конечных антагонистических игр двух лиц с нулевой суммой. Теорема о существовании цены игры в случае, когда пространства стратегий игроков компактны, а плата непрерывна.
58. Равновесие Нэша. Теорема о существовании равновесия в смешанных стратегиях для конечных игр N лиц. Паретовские решения. Ядро игры. Характеристическая функция игры.
59. Дифференциальные игры двух лиц. Уравнение Гамильтона-Якоби-Айзека-Беллмана как достаточное условие оптимальности. Принцип минимакса.

V. Оценка кандидатского экзамена по специальности

К числу наиболее значимых критериев оценивания знаний, умений относятся:

- умение извлекать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из теоретических, научных, справочных, энциклопедических источников;
- умение самостоятельно решать проблему на основе существующих методов, приемов, технологий;
- умение ясно, четко, логично и грамотно излагать собственные размышления, делать умозаключения и выводы;
- умение пользоваться ресурсами глобальной сети (Интернет);
- умение пользоваться нормативными документами;
- умение создавать и применять документы, связанные с профессиональной деятельностью;
- умение определять, формулировать проблему и находить пути ее решения;
- умение анализировать современное состояние отрасли, науки и техники;
- умение самостоятельно принимать решения на основе проведенных исследований;
- умение создавать содержательную презентацию выполненной работы.

К основным критериям оценивания компетенций относятся:

- способность эффективно работать самостоятельно и в команде;
- способность к профессиональной и социальной адаптации;
- способность понимать и анализировать социальные, экономические и экологические последствия своей профессиональной деятельности;
- готовность к постоянному развитию;
- способность использовать широкие теоретические и практические знания в рамках специализированной части какой-либо области;
- способность интегрировать знания из новых или междисциплинарных областей для исследовательского диагностирования проблем;

- способность демонстрировать критический анализ, оценку и синтез новых сложных идей;
- способность оценивать свою деятельность и деятельность других;
- способность последовательно оценивать собственное обучение и определять потребности в обучении для его продолжения.

Критерии оценивания:

– Знания, умения, навыки аспирантов оцениваются оценками: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Эти оценки проставляются в аттестационную ведомость.

– Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач

– Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

– Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

– Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

VI. Литература

- Р. Айзекс Дифференциальные игры. М.: Мир, 1967.
- В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин Оптимальное управление. М.: Наука, 1979.
- С.В.Алешин, Распознавание динамических образов, Изд-во МГУ, М., 1996.
- В.А. Артамонов, В.Н. Латышев, Линейная алгебра и выпуклая геометрия, Факториал, 2003.
- А.Ахо, Дж. Хопкрофт, Дж. Ульман. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. Москва, Мир, 1970 г.
- А. Ахо, Дж. Ульман. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Том 1: Синтаксический анализ. М.: Мир, 1978 г.
- В.А. Галатенко Основы информационной безопасности: курс лекций: учебное пособие. ИНТУИТ.
- РУ "Интернет-университет Информационных Технологий", 2006.
- М. Гери, Д.Джонсон. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. Москва, Мир, 1982 г.
- Л.А. Калиниченко, Методы и средства интеграции неоднородных баз данных, М. Наука, 1983.
- Л. В. Канторович, .Акилов Функциональный анализ. М.: Изд-во физ.мат.лит. 1977.

- Б.У. Керниган, Д.М. Ритчи. Язык программирования С. Вильямс, 2013.
- А.Н. Колмогоров, Теория информации и теория алгоритмов, М., 1987
- Т Кормен, Ч Лейзерзон, Р.Ривест. Алгоритмы, Построение и анализ. М 1999.
- Н. Н. Красовский, А. И. Субботин. Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974.
- В.Б. Кудрявцев, С.В. Алешин, А.С. Подколзин. Введение в теорию автоматов. М.Наука. 1985.
- В.Б. Кудрявцев, А.Е.Андреев, Э.Э. Гасанов. Теория тестового распознавания. М. ФизМатЛит, 2007.
- В.Б. Кудрявцев, Э.Э. Гасанов, А.С. Подколзин. Введение в теорию интеллектуальных систем. М. Изд-во МГУ, 2006.
- С.Д. Кузнецов. Базы данных. Академия, Серия: Университетский учебник, 2012.
- Р. Лав. Linux. Системное программирование. Питер, 2008.
- Ю. Лесковец, А. Раджараман, Дж. Ульман, Анализ больших наборов данных, М.: ДМК Пресс, 2016.
- М. Липовач. Изучай Haskell во имя добра. ДМК Пресс, 2012.
- Г. Г. Магарил-Ильяев, В. М. Тихомиров, Выпуклый анализ и его приложения. М.: Эдиториал УРСС, 2002.
- К. Маннинг, П. Рагхаван, Х. Шютце. Введение в информационный поиск. Вильямс, 2011.
- Дж. Мартин. Организация баз данных в вычислительных системах. М.: Мир, 2000.
- А.И.Михайлов, А.И.Черный, Р.Э. Гиляревский .Основы информатики. М.: Наука, 1978.
- Г. Оуэн. Теория игр. М.: Мир, 1971.
- Х Пападимитриу, К. Стайглиц. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и анализ. М 1985.
- И.И. Попов. Информационные ресурсы и системы: реализация, моделирование, управление. М.: ТПК «Альянс», 1996.
- Х. Роджерс, Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость, М., 1972.
- Р. Рокафеллар. Выпуклый анализ. М.: Мир, 1973.
- В.Н. Сачков. Введение в комбинаторные методы дискретной математики. М.2004.
- У. Р. Стивенс, Б. Феннер, Э. М. Рудофф. UNIX. Разработка сетевых приложений, 3-е изд. Питер, 2007.
- Дж. Ульман, Основа систем баз данных, М. Финансы и статистика, 1983.
- С. Фейт. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация (включая IPv6 и IP Security). Лори, 2009.
- Дж.Фон-Нейман, О. Моргенштерн Теория игр и экономическое поведение. .: Наука, 1970.
- Дж. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. М.: Издательский дом "Вильямс", 2008.
- Ю.И. Шемякин Введение в информатику. М.: Финансы и статистика, 1985.
- К. Шеннон Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.
- D. Allemang, J. Hendler. Semantic web for the working ontologist: effective modeling in RDFS and OWL. – Elsevier, 2011.
- G. Antoniou, F. Van Harmelen. A semantic web primer. – MIT press, 2004.

- F. Baader, W. Nutt. Basic description logics //Description logic handbook. – 2003. – С. 43-95.
- C. Villani. Topics in optimal transportation. Graduate studies in mathematics. Vol. 58, Amer. Math. Soc. Providence, Rhode Island, 2003.

VII. Перечень Интернет-ресурсов

Научная электронная библиотека «E-Library» - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

VIII. Описание материально-технической базы.

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) перечень материально-технического обеспечения включает:

- Учебная и научная литература по курсу.
- Видеозаписи, связанные с программой курса, компьютерные демонстрации, технические возможности для их просмотра и прослушивания.
- Свободный доступ в Интернет, наличие компьютерных программ общего назначения.

IX. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) необходимы:

Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы аспирантов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации).

Лекционные и семинарские занятия проводятся в специализированной аудитории, по адресу: КБР, г. Нальчик, ул. Инесса Арманд 37 «а», ИИПРУ, учебный зал НОЦ КБНЦ РАН.

XI. Требования к специализированному оборудованию

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных аудиторным фондом; компьютерами с возможностью доступа к справочно-поисковым системам информационно-правового обеспечения; специализированные аудитории с ПК и мультимедийным проектором; библиотечно-информационными ресурсами.