

**Правительство Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

*Утверждаю
Проректор НИУ ВШЭ
С.Ю. Роцин*

« _____ » _____ 2015 г.

**Программа
вступительного испытания в аспирантуру по направлению
09.06.01 Информатика и вычислительная техника,
профиль «Системный анализ, управление и обработка информации»**

*Разработана Академическим советом
Аспирантской школы по компьютерным наукам*

*Академический директор
Аспирантской школы по компьютерным наукам
С.А. Объедков*

« _____ » _____ 2015 г.

Москва
2015

Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации» проводится в устной форме с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Поступающие должны продемонстрировать знание следующих тем:

1. Основные понятия и задачи системного анализа

Понятие о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития.

Управляемость, достижимость, устойчивость. Модели систем: статические, динамические, концептуальные, топологические, формализованные (процедуры формализации моделей систем), информационные, логико-лингвистические, семантические, теоретико-множественные и др.

Классификация систем. Естественные, концептуальные и искусственные, простые и сложные, целенаправленные, целеполагающие, активные и пассивные, стабильные и развивающиеся системы.

Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

2. Методы оптимизации

Математическое программирование. Типы экстремумов функций многих переменных, условия локального экстремума, метод множителей Лагранжа. Основные понятия выпуклого программирования. Седловые точки. Функция Лагранжа. Теорема Куна – Таккера и ее геометрическая интерпретация. Современные методы градиентной оптимизации.

Формулировка задачи линейного программирования (ЛП), экономическая интерпретация. Понятия опорного плана и базиса, вырожденность и невырожденность задач ЛП, основные принципы симплекс-метода. Основные теоремы ЛП.

Потоки в сетях. Теорема Форда – Фалкерсона. Транспортная задача.

Динамическое программирование. Примеры задач, решаемых методом динамического программирования. Задача оптимального управления и принцип максимума Понтрягина.

3. Алгебра

Линейное пространство. Линейная зависимость. Базис. Системы линейных уравнений (СЛУ). Критерий совместности СЛУ. Обратная и псевдообратная матрицы.

Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы и симметричной квадратной матрицы. Диагонализация матрицы линейного оператора. Сингулярные числа прямоугольных матриц и их связь с собственными числами ассоциированных матриц. Матричные разложения (сингулярное разложение, QR-разложение, LU-разложение, разложение Холецкого).

Скалярное произведение. Ортогональность. Процесс ортогонализации Грама – Шмидта.

Билинейные и квадратичные формы. Знакоопределенные и полуопределенные квадратичные формы и их свойства.

Теорема Перрона-Фробениуса для неотрицательных матриц. Степенной метод отыскания максимального собственного числа и соответствующего собственного вектора; условия сходимости.

Понятие группы. Нормальный делитель и фактор-группа. Решетки и полурешетки. Булева алгебра.

4. Основы теории вероятностей и математической статистики

Случайные величины. Распределение дискретных случайных величин. Характеристики распределений. Основные законы распределения непрерывных случайных величин. Функции плотности распределения, свойства и квантили одномерной, двумерной и n -мерной нормальной случайной величины. Распределения хи-квадрат, Стьюдента, Снедекора – Фишера, логнормальное и равномерное.

Закон больших чисел (в форме Чебышева) как выражение свойства статистической устойчивости среднего значения. Центральная предельная теорема.

Генеральная совокупность, выборка и ее основные характеристики (среднее значение, дисперсия, асимметрия, квантили, функции распределения и плотности). Понятие статистической гипотезы и статистического критерия. Основные понятия теории статистических оценок и свойства оценок (несмещенность, состоятельность, асимптотическая нормальность, эффективность).

5. Игры и решения

Классификация задач принятия решений. Этапы принятия решений.

Модели индивидуального выбора. Отношения порядка и квазипорядка. Функция выбора. Понятия наследуемости и независимости. Теория полезности.

Экспертные методы в принятии решений. Принятие решений при многих критериях. Множество Парето. Процедуры выбора части множества Парето. Методы решения многокритериальных задач: методы свертки, пороговые методы.

Анализ эффективности затрат АЭЗ (методы затраты – эффект).

Нечеткие множества и алгебра нечетких множеств. Нечеткие отношения. Принцип обобщения Заде. Нечеткие числа и нечеткая арифметика. Многокритериальное принятие решений при нечетких ограничениях.

Некооперативные игры. Антагонистические игры. Решение матричной игры. Понятие стратегии. Доминантные стратегии. Равновесие по Нэшу в чистых и смешанных стратегиях.

Кооперативные игры. Ядро. Цена игры Шепли. Простые игры.

6. Алгоритмы и вычислительная сложность

Алгоритмы и структуры данных. Асимптотический анализ сложности алгоритмов. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программирование, жадная стратегия. Алгоритмы сортировки, двоичного поиска. Алгоритмы на графах: обход графа, поиск кратчайших путей, построение минимального остовного дерева. Двоичные деревья поиска, кучи, хеш-таблицы.

Машина Тьюринга. Тезис Черча. Неразрешимость проблемы останова машины Тьюринга.

Классы задач P и NP, примеры. Сводимость задач по Карпу и Тьюрингу. NP-полнота. Теорема Кука.

7. Дискретный анализ и представление знаний

Комбинаторные методы дискретного анализа. Классические задачи комбинаторного анализа. Разбиения и размещения. Основные комбинаторные тождества. Задачи о кодировании информации. Перечислительные задачи о назначениях.

Бинарные отношения и графы. Способы представления графов.

Пути в графе. Связность. Теорема о связности двух вершин, имеющих нечетную локальную степень. Максимальное число ребер в графе с n вершинами и k связными компонентами. Достаточное условие связности графа с n вершинами. Деревья. Связанность любых двух вершин дерева единственным простым путем. Проблема визуализации деревьев.

Формализмы, основанные на математической логике. Современные логики. Логический вывод.

Список рекомендуемой литературы

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. — М.: ЮНИТИ, 1998 (разделы 1 и 2).
2. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). — М.: Наука, 1990.
3. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001.
4. Алексеев А.А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. Теория управления. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 1999.
5. Алескеров Ф.Т., Ортешук П. «Выборы. Голосование. Партии» — М.: Академия, 1995.
6. Алескеров Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Д.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. — М.: Физматлит, 2013.
7. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. — М.: Высшая школа, 2003.
8. Афанасьев В.Н. Управление неопределенными динамическими объектами. — М.: Физматлит, 2008.
9. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. — М.: Наука, 1974.
10. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. — 10-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2005.
11. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. — М.: Факториал Пресс, 2002.
12. А. Л. Васин, В. В. Морозов Теория игр и модели математической экономики. — М., Макс Пресс, 2005.
13. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. — М.: Наука, 1988.
14. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. — М: Радио и связь, 1983.
15. Винберг Э.Б. Курс алгебры. — М.: Факториал, 1999.
16. Волкова В.Н. Денисов А.А. Основы теории систем. — С.-Пб: Издательство СПбГТУ, 2004.
17. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. — М.: Мир,

1982.

18. Дураков Б. К. Краткий курс высшей алгебры. — М.: Физматлит, 2006.
19. Емеличев В.А. Лекции по теории графов. — М.; Наука, 1990.
20. Ерусалимский Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, приложения. — М.: Вузовская книга, 1999.
21. Журавлёв Ю.И., Флёров Ю.А. Дискретный анализ. Ч.1: Учебное пособие. — М.: Изд-во МФТИ, 1999.
22. Ивченко Г.Н., Медведев Ю.И. Математическая статистика. — М.: Высшая школа, 1984.
23. Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. — М.: Знание, 1980.
24. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях. — М.: Радио и связь, 1981.
25. Колмогоров А.Н. и Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. — М.: Наука, 1976
26. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. — М.: Вильямс, 2007
27. Кузнецов О.П., Дискретная математика для инженера. — М.: Лань, 2004.
28. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. — М.: ВШ, 1989.
29. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. — М.: Логос, 2002.
30. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. — М.: Патент. — 272 с.
31. Лотов А.В., Бушенков В.А., Каменев Г.К., Черных О.Л. Компьютер и поиск компромисса. — М.: Наука, 1997.
32. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. — М.: Наука, 1974.
33. Нефедов В.Н., Осипова В.А. Курс дискретной математики. — М.: Изд-во МАИ, 1992.
34. Оре О. Графы и их применение. — М.: Мир, 1965.
35. Печерский С.Л., Яновская Е.Б. Кооперативные игры: решения и аксиомы. — Европейский университет в СПб, 2004.
36. Подиновский В.В., Ногин В.Д. «Парето-оптимальные решения многокритериальных задач», — М.: Физматлит, 2007.
37. Подиновский В.В., Потапов М.А. Методы анализа и системы поддержки принятия решений. / Учебное пособие. МФТИ. — М.: Компания Спутник+. 2003. Гл.3.
38. Просветов Г. И. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: задачи и решения. — М.: Альфа-Пресс, 2009.
39. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006.
40. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. — 2-ое доп. изд. — М.: Наука, 1978.
41. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. — М.: Экономика, 1999.
42. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математическая статистика. — М.: Наука, 1982.
43. Шведов А.С. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для студентов экономических специальностей. — М.: изд-во ВШЭ, 1995.
44. Тутубалин В.Н. Теория вероятностей. М.: изд-во МГУ, 1977.
45. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. — М.: Физматлит, 2001.