

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

30 октября 2014 г. /А.В. Толстиков/



ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА

для аспирантов 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
(Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)
очной и заочной форм обучения

«ПОДГОТОВЛЕНО К ИЗДАНИЮ»:

Автор работы Шев /В.А. Шапцев/

«09» 10 2014 г.

Рассмотрено на заседании кафедры Информационных систем «10» 10 2014г., протокол № 2/1

Соответствует требованиям к содержанию, структуре и оформлению.

«РЕКОМЕНДОВАНО К ЭЛЕКТРОННОМУ ИЗДАНИЮ»:

Объем 11 стр.

Зав. кафедрой Глухих /И.Н. Глухих/

«10» 10 2014 г.

Рассмотрено на заседании УМК Института математики и компьютерных наук

«10» 10 2014г. Протокол № 1.

Соответствует ФГОС ВО и учебному плану образовательной программы.

«СОГЛАСОВАНО»:

Председатель УМК Гавр /Н.Г. Гаврилова/

«10» 10 2014 г.

«СОГЛАСОВАНО»:

Директор ИБЦ Ульянова /Е.А. Ульянова/

«22» октября 2014 г.

«СОГЛАСОВАНО»:

Начальник отдела
аспирантуры и докторантуры Сорокина /М.Р. Сорокина/

«30» октября 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт математики и компьютерных наук

В.А. Шапцев

**ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО МИНИМУМА**

для аспирантов 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
(Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ)
очной и заочной форм обучения

Тюменский государственный университет
2014

Шапцев В.А. Программа кандидатского минимума для аспирантов направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ) очной и заочной форм обучения. Тюмень, 2014, _11_ стр.

Программа кандидатского минимума составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и паспортом научной специальности, разработанным экспертными советами ВАК Минобрнауки России в связи с утверждением приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 Номенклатуры специальностей научных работников (редакция от 11.11.2011)).

Программа кандидатского минимума опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.utmn.ru/aspirantam/aspirantura/>, свободный.

Рекомендовано к изданию кафедрой информационных систем. Утверждено проректором по научной работе Тюменского государственного университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

И.Н. Глухих, д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем

© Тюменский государственный университет, 2014.

© Шапцев В.А., 2014.

1. Общие положения

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Согласно требованиям ФГОС ВО и паспорту научных специальностей программа включает проблематику, связанную с методами и средствами математического моделирования, методами вычислений, технологией и средствами создания комплексов программ.

На кандидатском экзамене аспирант (соискатель) должен продемонстрировать владение понятийным аппаратом перечисленных направлений науки и практики в области информатики и вычислительной техники и показать умение использовать:

- глубокие теоретические знания в области избранной научной дисциплины;
- достаточно полное представление об источниках, фундаментальных работах и последних достижениях науки в этой области;
- способность ориентироваться в дискуссионных проблемах избранной отрасли науки;
- владение понятийно-исследовательским аппаратом применительно к области специализации;
- логично и аргументировано излагать материал;
- корректно использовать литературные и Интернет-источники сведений.

От аспиранта требуется четко, ёмко и кратко излагать теоретический материал, аргументировано отстаивать избранную позицию по проблеме, ориентируясь на определенную научную школу, владеть терминологией и проявить это в ответах, а также сформировать собственное отношение к теориям и методам, предлагаемым в программе экзамена.

2. Процедура кандидатского экзамена

Порядок проведения кандидатских экзаменов устанавливается Порядком прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28 марта 2014 г. № 247. Для проведения кандидатского экзамена утверждается состав комиссии по приему экзамена кандидатского минимума по профилю «Математическое моделирование, вычислительные методы и комплексы программ» в рамках направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

Нормативы времени: на подготовку ответа – 1 час; на ответ аспиранта – 1 час на каждого. Кандидатский экзамен проводится в соответствии с установленными требованиями и по заранее утвержденному расписанию.

Кандидатский экзамен сдается на третьем курсе (6-й семестр) обучения в аспирантуре. Экзаменационные билеты содержат три вопроса по основным разделам программы. Процедура проведения экзамена предусматривает дополнительные вопросы по тем же или другим разделам программы, не вошедшим в экзаменационный билет.

В содержание экзамена также входит собеседование по содержанию полностью или частично подготовленного кандидатского исследования.

Экзаменационные билеты включают вопросы из разделов: теория и средства математического моделирования, методы и средства вычислительной математики и теорию комплексов программ.

За экзамен выставляется единая оценка.

Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка «отлично» ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом научного направления;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в билетах вопросов;
- безошибочное знание фактического материала;
- историографические знания в рамках вопросов билета;

- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «**хорошо**» ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка «**удовлетворительно**» ставится за:

- недостаточное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом отрасли науки;
- умение обозначить только одну из проблем, сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета;
- нарушение логичности и связности ответа.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой специальной и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактического материала;
- незнание историографии вопросов билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

3. Методические разъяснения по подготовке к кандидатскому минимуму

Основу программы составили ключевые положения следующих учебных дисциплин: «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (основная, имеет три компонента), «Информационные технологии в научно-исследовательской деятельности», «Методы компьютерного моделирования. Статистическое моделирование», «Теория случайных процессов», «Вычислительная гидродинамика», дисциплин из арсенала методов искусственного интеллекта и обработки данных. В рамках этой специальности разрабатываются и исследуются фундаментальные основы и применение математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем. Важной особенностью специальности является то, что в работах, выполненных в её рамках, должны присутствовать оригинальные результаты из 3-х областей: математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Предметом исследования данной специальности являются математические модели реальных и абстрактных объектов, их свойства и методы реализации в компьютерной среде, а также результаты вычислительных экспериментов, проецируемых в виде рекомендаций на реальные объекты в случае технических наук. В случае физико-математических – те же модели и результаты вычислительных экспериментов, формирующие новые фундаментальные знания в области математического моделирования, вычислительных методов и комплексов программ.

Область изучения специальности включает следующие разделы.

1. Дополнительные (к дисциплинам бакалавриата и магистратуры) главы математики и информатики.
2. Новые математические методы моделирования объектов и явлений.
3. Качественные и приближенные аналитические методы исследования математических моделей.
4. Способы обоснования и тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.
5. Способы реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

6. Применение современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента в комплексных исследованиях научных и технических проблем.
7. Математические методы и алгоритмы проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента.
8. Планирование, проведение вычислительного эксперимента, обработка его данных и интерпретация результатов моделирования.
9. Математические методы и алгоритмы интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели.
10. Системы компьютерного и имитационного моделирования.

Экзаменационные билеты должны включать: один вопрос из раздела «Теория и методология математического моделирования» (раздел 1); один вопрос из раздела «численные методы и компьютерные алгоритмы» (раздел 2); два вопроса по теме диссертационного исследования (ответ на один по выбору соискателя).

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

От аспиранта требуется четко, емко и кратко изложить теоретический материал, аргументировано отстаивать избранную позицию по проблеме, ориентируясь на определенную научную школу, владеть терминологией и проявить это в ответах, а также сформировать собственное видение излагаемых проблем.

4. Компетенции обучающегося, допущенного к сдаче кандидатского экзамена

<i>Шифр</i>	<i>Содержание</i>
ПК1	<i>Умение воспринимать, осваивать и применять методы неклассических разделов математики и математического моделирования.</i>
ПК2	<i>Умение воспринимать, осваивать и применять цифровые алгоритмы интегральных преобразований: Фурье, Лапласа, Гильберта и др.</i>
ПК3	<i>Умение осваивать и использовать типовые программные системы поддержки математического моделирования.</i>
ПК4	<i>Умение формализовывать явления, процессы и системы в контексте возникающих проблем.</i>
ПК5	<i>Умение научно обоснованно организовывать вычислительные эксперименты и формулировать проекты решений по их результатам.</i>
ПК6	<i>Умение формулировать научные проблемы, гипотезы и инновационные идеи.</i>
ПК7	<i>Готовность организовать внедрение результатов научных исследований в практику: производство, образование, экономику, медицину и т.д.</i>
УК-1	<i>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>
УК-2	<i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</i>
УК-3	<i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>
УК-4	<i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</i>
УК-5	<i>Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности</i>
УК-6	<i>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</i>
ОПК2	<i>Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий</i>
ОПК4	<i>Готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности</i>

5. Перечень планируемых результатов обучения.

Знать:

- современные математические методы моделирования объектов и явлений;
- современные методы качественного и приближенного аналитического исследования математических моделей;
- современные способы тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

Уметь:

- реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента;
- проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Владеть:

- математическими методами и алгоритмами проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента;
- математическими методами и алгоритмами интерпретации результатов численного эксперимента и способностью формировать практические рекомендации на этой основе;
- методологией разработки систем компьютерного моделирования.

6. Содержание программы

Программа структурирована по 3-м разделам, 20-ти подразделам и 132-м пунктам, сформулированным в виде вопросов, размещаемых в экзаменационных билетах.

Раздел I. Математические основы

1. Элементы теории функций и функционального анализа

1) Понятие меры и интеграла Лебега. 2) Метрические и нормированные пространства. 3) Пространства интегрируемых функций. 4) Пространства Соболева. 5) Линейные непрерывные функционалы. 6) Теорема Хана-Банаха. 7) Линейные операторы. 8) Элементы спектральной теории функций. 9) Дифференциальные и 10) интегральные операторы.

2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ

11) Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. 12) Выпуклые задачи на минимум. 13) Математическое программирование, 14) линейное программирование, 15) выпуклое программирование. 16) Задачи на максимакс. 17) Основы вариационного исчисления. 18) Задачи оптимального управления. 19) Принцип максимума. 20) Принцип динамического программирования.

3. Теория вероятностей. Математическая статистика

21) Аксиоматика теории вероятностей. 22) Вероятность, условная вероятность. Формула Байеса. 23) Случайные величины и векторы. 24) Элементы корреляционной теории случайных векторов. 25) Элементы теории случайных процессов. 26) Точечное и 27) интервальное оценивание параметров распределения. 28) Элементы теории проверки статистических гипотез. 29) Элементы многомерного статистического анализа. 30) Основные понятия теории статистических решений. 31) Основы теории информации. Дискретизация и квантование процессов.

Раздел II. Информатика

4. Теория принятия решений

32) Общая проблема решения. 33) Функция потерь. 34) Байесовский и 35) минимаксный подходы. 36) Метод последовательного принятия решения.

5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта

37) Экспертиза и неформальные процедуры. 38) Принципы автоматизации проектирования. 39) Искусственный интеллект. Основные методы. 40) Распознавание образов.

6. Численные методы

41) Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. 42) Численное дифференцирование и интегрирование. 43) Численные методы поиска экстремума. 44) Вычислительные методы линейной алгебры. 45) Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. 46) Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. 47) Преобразования Фурье, 48) Лапласа, 49) Хаара и др. 49) Численные методы вейвлет-анализа.

7. Вычислительный эксперимент

50) Принципы проведения вычислительного эксперимента. 51) Модель, алгоритм, программа.

8. Алгоритмические языки

52) Представление о языках программирования высокого уровня. 53) Пакеты прикладных программ.

9. Основные принципы математического моделирования

54) Элементарные математические модели в механике, 55) гидродинамике, 56) электродинамике. 57) Свойства математических моделей. 58) Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. 59) Вариационные принципы построения математических моделей.

10. Методы исследования математических моделей

60) Устойчивость математических моделей. 61) Проверка адекватности математических моделей.

11. Математические модели в научных исследованиях

62) Математические модели в статистической механике, 63) экономике, 64) биологии. 65) Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. 66) Задачи редукции к идеальному прибору. 67) Синтез выходного сигнала идеального прибора. 68) Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. 69) Модели динамических систем. 70) Особые точки в моделях динамических систем. 71) Бифуркации. Динамический хаос. 72) Эргодичность и перемешивание. 73) Понятие о самоорганизации. 74) Диссипативные структуры. 75) Режимы с обострением.

Раздел III. Дополнительная тематика

12. Вычислительная гидродинамика

76) Обобщённая математическая постановка: уравнение теплопроводности, обобщённое дифференциальное уравнение, граничные условия, безразмерные переменные, примеры. 77) Структура вычислительной программы: общая схема, подпрограммы неизменяемой части, подпрограммы адаптивной части. 78) Течение и теплоперенос в каналах: общие характеристики течения в каналах, начальный участок и полностью развитое течение, 79) математическая постановка для поля скорости, введение интегральных характеристик течения, математическая постановка для поля температуры, примеры.

13. Методы распознавания образов

80) Проблема распознавания объектов и явлений: понятие образа, качественное описание задачи, типы задач распознавания, структура системы распознавания образов. Классификаторы: 81) формальная постановка задачи распознавания образов, признаки и классификаторы, классификация с обучением и без обучения, 82) решающие функции, детерминистский и статистический подходы, показатели эффективности распознавания, информативные параметры. 83) Алгоритмы распознавания образов: методы распознавания, основанные на сравнении с эталоном, меры близости, статистические методы, алгоритм персептрона. 84) Достоинства и ограничения искусственных нейронных сетей.

14. Теория комплексов программ

85) Понятие программного комплекса. Анализ и синтез в комплексах программ. 86) Модели систем как основания декомпозиции. Алгоритмизация процесса декомпозиции. 87) Процедуры синтеза информационных систем. Формулирование проблемы, выявление целей, формирование критериев, генерирование альтернатив. 88) Особенности динамики нелинейных программных комплексов. 89) Самоорганизация в распределенных ИС. 90) Тенденции и перспективы развития теории комплексов программ.

15. Теория массового обслуживания

91) Общая характеристика систем массового обслуживания (СМО): вероятностный аппарат, 92) экспоненциальное и пуассоновское распределение, цепи Маркова, 93) Марковские процессы с дискретным множеством состояний, полумарковские процессы, 94) параметры, характеристики и классификация СМО, 95) сети массового обслуживания. 96) Назначение, основные возможности и инструментальные средства имитационного моделирования СМО.

16. Моделирование слабо формализуемых объектов и процессов

97) Место математики в анализе слабо формализуемых систем (СФС). 98) Информативные параметры и показатели СФС. 99) Математика недоопределенных величин: концепция недоопределенной математики, недоопределенная величина, алгебра недоопределенных величин. Графическая интерпретация. 100) Методика моделирования СФС. 101) Компьютерные инструменты поддержки анализа СФС.

17. Организация наблюдения объектов и обработка данных

102) Планирование наблюдений: формулирование цели, содержание работ, выбор и шкалирование измеряемых величин, планы экспериментов, 103) матрицы активного и пассивного экспериментов, их цензурирование. 104) Описательная статистика данных измерений. 105) Методы анализа данных измерений: кластеризация матрицы эксперимента, нормирование данных, корреляционный анализ, информативные параметры и показатели, анализ графиков взаимосвязи пар столбцов матрицы эксперимента. 106) Методы оценки зависимостей показателей и параметров объекта: факторный анализ, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, 107) выбор регрессионных моделей, исследование регрессии, шаговые методы оценки параметров регрессии.

18. Теория нечетких множеств и логики

108) Автоматизация рассуждений. Дедуктивный вывод. Индуктивный вывод методом JSM. 109) Автоматическое порождение гипотез. 110) Нечеткие множества. Математические модели. Логическое исчисление. 111) Логика высказываний. Логика предикатов. 112) Нечеткая логика предикатов 1 порядка (основные свойства, теории). 113) Функциональные системы в теориях нечеткой логики. 114) FL-функции.

19. Искусственные нейронные сети

115) Области применения и классификация ИНС. 116) Понятие формального нейрона. Виды функций активации формального нейрона. 117) Многослойный перцептрон. Общий принцип построения сети. 118) Алгоритм имитации отжига для обучения сети. 119) Общий принцип построения сетей свертки. Неокогнитрон. LeNet. Алгоритм конкурентного обучения. 120) Карты Кохонена. Генетические алгоритмы настройки весов. 121) Адаптивно-резонансная теория. Сети ART-1, ART-2, ARTMAP. RBF-сети. 113) Ассоциативные машины. 114) Рекуррентные сети на базе многослойного перцептрона.

20. Математические модели для поддержки принятия решений

115) Этапы принятия управленческих решений (по Г. Саймону). Классификация задач принятия решений. Задачи оптимизации. 116) Принятие решений при многих критериях: основные подходы к решению многокритериальных задач, построение множества Эджворта-Парето, 117) условная оптимизация, сведение многокритериальной задачи к однокритериальной. 118) Алгоритмы построения множества Парето. 119) Подход исследования операций; особенности выбора наилучшего решения при многих критериях. Метод «стоимость-эффективность». 120) Исследование решений на множестве Эджворта-Парето. 121) Постановка многокритериальной задачи ЛП. 122) Человеко-машинные процедуры принятия решений, их классификация. Пример применения процедуры STEM. 123) Принятие решений в условиях риска и неопределенности. Типы риска. Измерение риска. 124) Критерий ожидаемого значения и его модификации. Риск катастрофических событий. 125) Неопределенности природы. Гарантирующая стратегия решения. Подходы к улучшению гарантированной оценки. 126) Принятие решений в условиях конфликта: неопределенности противника, конфликтные ситуации (на примере двух субъектов): гарантированная оценка, возможности ее улучшения. 127) Коллективное формирование компромисса. Точки равновесия. 128) Принцип устойчивости (Нэша). 129) Эффективные и равновесные стратегии. Применение теории игр. 130) Модели принятия коллективных решений. Методы обработки экспертных данных, согласованность мнений экспертов. 131) Задача о групповом решении. Аксиомы и парадокс Эрроу. 132) Алгоритмы выбора лучших альтернатив по групповым решениям.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы кандидатского минимума

7.1 Основная литература.

1. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование: учебное пособие / Мин-во образ. и науки РФ, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». - Кемерово: КемГУ, 2014. - 98 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278827> (15.09.2014).
2. Вержбицкий, В.М. Численные методы математической физики: учебное пособие. - М.: Директ-Медиа, 2013. - 212 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214562> (15.09.2014).
3. Изюмов А.А., Коцубинский В.П. Компьютерные технологии в науке и образовании: учебное пособие / Мин-во образ. и науки РФ, Томский гос. ун-в. систем управл. и радиоэл. (ТУСУР). - Томск: Эль Контент, 2012. - 150 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208648> (15.09.2014).
4. Салмина Н.Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Мин-во образ. и науки РФ, Томский гос. ун-в. систем управл. и радиоэл. (ТУСУР). - Томск: Эль Контент, 2012. - 90 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208690> (14.09.2014).

7.2. Дополнительная литература.

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. М.: Физматлит. 2000.
2. Баврин И. И. Теория вероятностей и математическая статистика - Москва : Высшая школа, 2005.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения : учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Высшая школа, 2007.
4. Исследование операций в экономике: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по эконо. спец./ Под ред. Н. Ш. Кремера. - Москва: ЮНИТИ, 2004. - 407 с.
5. Зарубин В. С. Математическое моделирование в технике: учеб. для студентов вузов/ В. С. Зарубин. - 2-е изд. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 496 с.
6. Мартынов Л. М. Инфоком-менеджмент: учеб. пособие для студ. вузов, получ. образование по напр. "Менеджмент", "Бизнес-информатика" и спец. "Менеджмент организации"/ Л. М. Мартынов. - Москва: Логос, 2007. - 400 с.
7. Советов Б. Я. Базы данных: теория и практика : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Информатика и вычислит. техника" и "Информ. системы"/ Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - 2-е изд., стер.. - Москва: Высшая школа, 2007. - 463 с.
8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов – М.: Высшая школа, 2001.
9. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум – М.: Высшая школа, 2005.
10. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука. 1979. - 286с.
11. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы нечёткой логики. пер с англ. - М.: Физматлит, 2006. - 352с.
12. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. - М. Финансы и статистика, 2004.

7.3. Интернет-ресурсы.

1. Научная электронная библиотека eLibrary. - <http://elibrary.ru/>.
2. Журналы издательства Scientific & Academic Publishing (SAP). - <http://www.sapub.org/journal/alljournalslist.aspx>.
3. Электронный навигатор зарубежных научных электронных ресурсов открытого доступа. - <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/>.

4. Университетская библиотека on-line. - <http://www.biblioclub.ru>.

А также электронные варианты перечисленных выше (п. 7.2) дополнительных источников.

Здесь возможен поиск по ключевым словам интересующей темы. Интерпретация материала должна верифицироваться самим аспирантом на основе его базовых знаний и умений.