

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДНР
ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Автоматизированные системы управления»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**
Образовательный уровень «Магистр»
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Приём 2021 года

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание проводится в объёме нормативных профессиональной и практической подготовки бакалавров согласно ГОС ВПО для направления 09.04.02 «Информационные системы и технологии».

Экзаменационный билет состоит из набора задач, которые разделены на три уровня сложности:

1) Задачи первого уровня представляют собой вопросы, по которым даны несколько ответов, один или более из них правильные. Предлагается выбрать правильные ответы.

2) По каждому из заданий второго уровня необходимо дать письменный ответ на сформулированный вопрос без детального его обоснования, но раскрыть основной ход решения задания.

3) Третий уровень включает задачи, для которых необходимо привести полный ход решения.

2 СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ, ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ И ВОПРОСОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

2.1 Системный анализ

Принципы системного анализа, его сущность, целевая функция системы, критерии оценки.

Классификация систем компьютеризации объектов и процессов в системе управления. Системы автоматического управления, объекты и процессы компьютеризации, в САУ. Компьютерные системы автоматизированного управления. Информация о состоянии объектов и управляющих подсистем, отрасли применения. Взаимная связь компьютерных информационных систем разного уровня и назначения. Принципы системного анализа иерархических систем.

Принципы кибернетики и их использования при создании компьютерных информационных систем. Компьютерные автоматизированные системы управления предприятиями. Выделение функциональной и обеспечивающей частей информационной системы. Задачи в функциональных подсистемах при проектировании информационных систем управления предприятиями. Последовательность решения задач управления в компьютерных системах.

Создание информационного, математического, технического обеспечения при проектировании систем управления предприятиями. Разработка информационных моделей. Системный подход при создании математического обеспечения компьютерных систем управления. Техническое обеспечение компьютерных информационных систем. Выбор комплекса технических средств информационных систем. Структура вычислительной сети управления предприятием с выходом к Internet.

Объекты компьютеризации при создании систем управления технологическими процессами. Разновидности автоматических и автоматизированных компьютерных систем при управлении технологическими процессами. Системный анализ

объектов при проектировании компьютерных систем управления технологическими процессами. Информационные и управляющие функции компьютерных систем управления технологическими процессами.

Основные компоненты компьютерных управляющих систем. Информационное, математическое и техническое обеспечение. Состав технических средств компьютерных управляющих систем технологическими процессами. Стадии и этапы работ во время проектирования компьютерных управляющих систем разного уровня и назначения.

Комплекс средств автоматизации проектирования компьютерных информационных систем. Принципы организации проектирования. Разработка информационных моделей автоматизации проектирования систем. Системный анализ при разработке математических моделей проектирования компьютерных систем. Особенности комплекса технических средств, которые используются во время проектирования компьютерных систем.

Подготовка предприятия к внедрению созданных компьютерных систем. Поэтапное внедрение этих систем. Системный анализ функционирования компьютерных информационных управляющих систем, которые внедрены.

2.2 Компьютерные сети

Введение. История развития глобальных и локальных компьютерных сетей. Модели компьютерных сетей (КС). Эталонные модели взаимодействия открытых систем. Модели компьютерных сетей (OSI, TCP/IP, ATM) их сравнения. Архитектура КС. Логическая и физическая структура сети. Базовые составные элементы компьютерных сетей. Инфраструктура КС.

Средства и методы телекоммуникационной связи. Физический уровень КС. Среды и каналы передачи данных в КС. Функции, состав и структура средств ввода, вывода, передачи и приема информации. Цифровая связь. Стандарт ADSL. Технологии SONET/SDH. Характеристики, элементы систем. Топология локальных сетей. Эталонная модель взаимодействия открытых систем локальной сети. Топология компьютерных сетей. Методы доступа к среде передачи. Выбор топологии локальных сетей.

Канальный уровень КС. Подуровень управления логическим каналом (Стандарт IEEE 802.2). Аппаратное обеспечение локальных сетей. Стандарты Ethernet (IEEE 802.3). Коммутируемые сети, аппаратное и программное обеспечение коммутируемых сетей.

Стандарты скоростных локальных сетей. Топология, аппаратное и программное обеспечение скоростных сетей стандартов Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet. Стандарты беспроводных сетей Wi-Fi, принципы работы, оборудование, настройка и средства обеспечения безопасности. Операционные системы локальных компьютерных сетей. Выбор операционных систем КС. Большие компьютерные сети. Аппаратные средства компьютерных сетей: концентраторы, мосты, коммутаторы, маршрутизаторы, шлюзы.

Глобальные и корпоративные компьютерные сети. Компоненты глобальной сети. Топология корпоративных сетей. Инфраструктура глобальных сетей. Программное обеспечение компьютерных сетей. Стеки межсетевых протоколов. Протоколы передачи данных в компьютерных сетях. Стек протоколов TCP/IP. Протоколы IPv4 и IPv6. Фиксированная и адаптивная маршрутизация, протокол RIP.

2.3 Организация баз данных и знаний

Структура и организация данных в ПК. Даталогические модели. Табличное представление данных. Отношение. Основные сроки теории отношений. Основные свойства отношений. Превращение таблиц в отношение. Реляционная модель данных. Проектирование БД. Цель и этапы проектирования БД. Требования к организации БД. Обследование предметной среды. Логическое проектирование БД. Язык инфологического моделирования. Диаграммы “сущности-связки”.

Проектирование реляционной БД. Универсальная таблица. Требования к реляционным таблицам. Принципы нормализации. Последовательность и свойства нормальных форм. Первая нормальная форма. Требования к реляционным таблицам в первой нормальной форме. Функциональные зависимости. Идентификация функциональных зависимостей. Вторая и третья нормальные формы. Диаграммы “таблицы-связки”. Нормальная форма Бойса-Кодда. Многочисленные зависимости. Четвертая и пятая нормальные формы. Полная декомпозиция. Доменно-ключевая нормальная форма. Процедура нормализации. Алгоритмы нормализации БД. Манипулирование реляционными данными. Реляционная алгебра, операции над отношениями. Алгебра Кодда. Операции объединения, пересечения, вычитания, дополнения. Специальные операции алгебры Кодда. Ограничение, проекция, соединение, деление. Операции расширения, порядкового вычисления, вставки и исключения. Реляционное исчисление. Формулы. Кортежные переменные. Простые условия. Кванторы существования и общности. Выражения реляционного исчисления. Процесс вычисления.

СУБД Microsoft Access. Инициализация. Архитектура и технические характеристики. Настройка. Системный интерфейс. Режимы работы. Панель инструментов и меню. Особенности создания таблиц и БД. Таблицы БД. Определение структуры. Типы данных. Конструктор таблиц. Создание индексов и ключей. Конструктор БД. Определение связей. Обеспечение целостности данных. Изменение связей. Физическая структура БД.

Работа с данными в среде СУБД. Ведение таблиц. Особенности вводу информации в таблице. Использование свойств полей таблиц. Значение по умолчанию. Обязательные и пустые поля. Предоставление условий на значение полей и для таблицы. Использование строителя выражений. Основы навигации по БД. Сортировка и поиск данных. Вопрос физической организации данных. Классификация методов доступа к данным. Индексирование данных. Простые и сложные индексы.

Основные команды SQL. Команда выборки данных. Команды манипулирования данными. Команды определения данных. Синтаксис команд. Запись в БД в среде СУБД Microsoft Access. Фильтрация данных. Выборка данных. Особенности опера-

торов SQL. Параметрические запросы. Свойства полей запросов. Основные операторы языка. Сложные многотабличные запросы. Итоговые запросы. Перекрестные запросы. Запросы-действия. Запитать на возобновление. Запитать на создание новой таблицы. Запитать на введение и исключение данных. Запросы на объединение данных.

Методы сопряжения БЗ и БД. Оптимизация запросов к БД. Существенность оптимизации запросов. Законы эквивалентных превращений реляционной алгебры. Оптимизация по дереву вопросов. Проектирование БЗ. Этапы проектирования. Восходящая и нисходящая стратегии создания БЗ. Формализация, классификация, канонизация правил. Стратегии вывода решений. Хранение вторичных знаний.

Разработка решений из информационного обеспечения при проектировании компьютеризованных систем. Разработка постановки задачи. Характеристика задачи. Выходные и входные документы. Классификаторы и кодификаторы. Примеры построения БД. Разработка проектной и эксплуатационной документации. Разработка схемы сбора и обработки данных на стадии проектирования систем. Алгоритмы функционирования информационной базы.

2.4 Объектно-ориентированное и кроссплатформенное программирование

Введение. Объектный подход к созданию программного обеспечения и его отличия от других подходов. Основные парадигмы ООП. Понятия класса и объекта.

Инкапсуляция. Проектирование классов для решения задач предметной области. Жизненный цикл объекта, конструкторы, деструкторы, динамическое размещение в памяти. Отношения между классами «часть-целое» и их отражение в объектно-ориентированных программах.

Наследование, абстракция и полиморфизм. Виды наследования и их влияние на доступ к атрибутам и операциям. Статическое и позднее связывание, RTTI. Применение полиморфизма на практике при реализации разветвлённых иерархий классов. Особенности наследования в С++ и других объектно-ориентированных языках.

Обобщённое программирование. Шаблоны функций и классов. Особенности применения обобщённого ООП при наследовании.

Исключения и их обработка. Создание собственных объектных исключений.

Введение в кроссплатформенность. Понятие кроссплатформенности. Кроссплатформенные объектно-ориентированные языки программирования. Кроссплатформенная технология Java и её состав. Виртуальная машина Java. Управляемый код и сборка мусора. Язык С# и .NET Framework. CLR и сборка мусора.

Современные объектно-ориентированные языки программирования. Новые стандарты языка С++ и особенности их применения. Языки С++, Java и С#: базовые типы и операторы, особенности работы с массивами и строковым типом. ООП и обобщённое программирование. Обработка исключений. Ввод-вывод и сериализация, графы объектов. Основные стандартные коллекции Java, С# и С++ STL.

Шаблоны объектно-ориентированного проектирования (паттерны). Порождающие и структурные паттерны. Применение этих шаблонов в объектно-ориентированном программном обеспечении.

Многопоточность в Java и C#. Состояния потока. Спящий режим, ожидание выполнения других потоков, приоритеты потоков, прерывание потоков. Синхронизация потоков с помощью внутренних блокировок. Блокировки и условия. Семафоры и мониторы. Работа с пулами потоков. Атомарные переменные. Возврат результатов из потоков.

Создание пользовательского интерфейса с использованием стандартной библиотеки Swing. Layout-ы. Базовые компоненты для создания интерфейса. Табличный класс JTable и особенности работы с таблицами в Swing. Пользовательский интерфейс Windows Forms из состава .NET Framework. Базовые компоненты для создания интерфейса. Свойства и события. Windows Presentation Foundation, основные принципы построения интерфейсов, верстка форм, способы привязки данных к интерфейсу.

Сохраняемость (Persistence) в Java и C# и работа с базами данных. Работа с БД с использованием JDBC. Общее представление об API сохраняемости Java (JPA). Основы работы с Hibernate: создание моделей, НВМ-отображения реляционных таблиц и генерация кода, DAO-объекты. Технология ADO.NET. Основные классы для работы с БД в .NET. Основы работы с MS Entity Framework: создание моделей.

2.5 Компьютерная схемотехника и архитектура компьютеров

Форматы представления данных в машинных кодах для целых чисел с фиксированной точкой (беззнаковых и чисел со знаком); чисел с плавающей точкой; BCD чисел; ASCII символов.

Программная (регистровая) модель базового процессора (i8086) семейства процессоров Intel (i80x86): названия, характеристики и применение регистров различных групп; особенности адресации операндов и команд; виды флагов признаков результата, их роль и условия установки;

Система команд базового процессора (i8086) семейства процессоров Intel (i80x86): функциональные группы команд; схемы выполнения команд (пересылка, арифметических и логических операций, передача управления); размещение операндов и результата; способы адресации операндов, используемые в командах МП i8086.

Основные понятия языка Ассемблер для i8086: мнемоника и схемы выполнения команд; описание операндов при различных способах адресации в командах языка ассемблер; основные директивы ассемблера, используемые для описания данных и для описания сегментов в программе; основные операторы, которые могут использоваться при описании операндов в командах языка ассемблер;

Понятия классы цифровых устройств (ЦУ). Качественное отличие между КЦУ и ПЦУ.

Основные функциональные узлы комбинационного типа. Условно-графические обозначения (УГО), назначение, функции и структура, основные параметры. спосо-

бы наращивания размерности. Возможные способы применения для синтеза схем КЦУ с заданной функцией.

Основные функциональные узлы последовательного типа. Условно-графические обозначения (УГО), назначение, функции и структуры. Микрооперации, которые могут быть реализованы на их основе.

2.6 Интеллектуальный анализ данных

Основные понятия Data Mining. Предварительная обработка данных.

1. Интеллектуальный анализ данных: основные понятия, задачи, практическое применение, модели и методы. Основные этапы интеллектуального анализа данных.

2. Предварительная обработка данных: консолидация данных, ETL (извлечение, преобразование, загрузка) и трансформация данных.

3. Предварительная обработка данных: сокращение числа параметров (отбор данных и снижения размерности).

Классификация и регрессия.

1. Классификация и регрессия - постановка задачи. Методы построения математических функций для классификации и регрессии. Простая линейная и логистическая регрессия.

2. Множественная линейная регрессия. Множественная регрессия: теория множественности моделей, принцип внешнего дополнения, метод группового учета аргументов (комбинаторный и многорядный).

2. Деревья решений: основные понятия, структура, алгоритмы построения деревьев решений; критерии оптимизации деревьев решений, критерии эффективности деревьев решений.

3. Правила решений: основные понятия, алгоритмы построения правил.

Кластеризация.

1. Кластеризация: постановка задачи; базовые алгоритмы и их классификация. Меры близости в алгоритмах кластеризации.

Ассоциативные правила.

1. Поиск ассоциативных правил: постановка задачи, алгоритмы, меры оценивания.

Временные ряды.

1. Временной ряд и его компоненты.

2. Анализ и прогнозирование временных рядов.

Интеллектуальный анализ данных вычислительного интеллекта.

1. Искусственные нейронные сети. Биологический нейрон и модель искусственного нейрона. Типы активационных функций. Основные типы архитектуры нейронных сетей и их алгоритмы обучения.

2. Эволюционные методы в интеллектуальном анализе данных.

Информационно-аналитические системы.

1. Информационно-аналитические системы: назначение, архитектура, составные части, этапы создания.

2. Переход от OLTP-систем к информационно-аналитическим системам и необходимость их создания на базе хранилищ данных. OLAP-системы. OLAP-анализ.

2.7. Математические методы исследования операций

Введение. Математическая модель оптимизационной задачи. Классификация оптимизационных задач. Многокритериальные задачи оптимизации. Подходы к их решению. Задача линейного программирования в общем виде. Каноническая форма задачи линейного программирования. Графическое решение задачи линейного программирования.

Симплекс-метод. Принцип работы симплекс-метода. Разновидности симплекс-метода. Алгоритм работы обычного симплекс-метода. Двойственный симплекс-метод. Обобщенный симплекс-метод.

Двойственная задача линейного программирования. Правила перевода прямой задачи в двойственную. Решения прямой и двойственной задач, соотношения между ними. Методы нахождения решения двойственной задачи по решению прямой.

Анализ чувствительности оптимального решения. Изменения влияющие на оптимальность решения. Изменения влияющие на допустимость решения. Определение интервалов допустимых изменений для коэффициентов при переменных в целевой функции. Определение интервалов допустимых изменений для коэффициентов правых частей ограничений.

Транспортная задача линейного программирования. Постановка задачи. Определение начального допустимого решения транспортной задачи: метод северо-западного угла, метод наименьшего элемента, метод Фогеля. Метод потенциалов при решении транспортной задачи.

Дискретное программирование. Постановка задачи, примеры решения задач дискретного программирования. Задачи целочисленного программирования. Методы решения задач дискретного программирования: метод отсечения, метод ветвей и границ.

2.8. Теория принятия решений

Введение. Эволюция теории принятия решений. Назначение и краткая характеристика систем поддержки принятия решений (СППР). Проблема принятия решения. Основные понятия теории принятия решений. Эффективность решения.

Методы принятия решений. Концепции и принципы теории принятия решений. Моделирование механизма ситуации. Классификация задач и методов принятия решений. Однокритериальные и многокритериальные задачи принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности Интеллектуальные поддержки решения создания автоматизированных систем ПР.

3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

За правильные ответы по заданиям экзаменационного билета выставляются максимальные баллы, согласно их уровню сложности. При наличии ошибок или за неполные ответы за них выставляются уменьшенные баллы, согласно критериям экзаменационной оценки. При отсутствии ответа или за полностью неверный ответ, за счет большого количества ошибок, по заданию выставляется 0 баллов.

За задания первого уровня выставляются баллы согласно наличию или отсутствию правильных ответов и ошибок, так как задания первого уровня представляют собой тесты. Так, за задание с одним правильным ответом выставляется указанный в билете балл, если он правильный, а в противном случае выставляется 0 баллов. В случае множественного выбора оценивается количество правильных вариантов и неверных либо пропущенных. **Максимальная сумма баллов за уровень 30.**

В заданиях второго уровня оценивается правильный ответ и степень его обоснования. За необоснованный ответ (без приведения решения) выставляется 1 балл. **Максимальная сумма баллов за уровень 30.**

В заданиях третьего уровня максимальный балл выставляется за правильно решенную задачу с приведением развёрнутого описания решения. При наличии ошибок, за каждую из них снимаются баллы, в зависимости от грубости ошибки. **Максимальная сумма баллов за уровень 40.**

Выставленные таким образом баллы по всем задачам составляют суммарную оценку. Максимальное количество баллов - 100. Для успешного прохождения испытания требуется набрать минимальное количество баллов, равное 60. Если абитуриент не сумел набрать 60 и более баллов, то считается, что вступительное испытание не сдано успешно.

4 ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А.А. Основы системного анализа и проектирования систем / Учебник. – К., 2004.
2. Основы современных компьютерных технологий / Учебное пособие. Под ред. Хоменко А.Д. – СПб: Корона-принт, 2001.
3. Коротин А.М. Автоматизация типовых технологических процессов и установок / Учебное пособие. - М., 1998.
4. Кулаков Ю.А., Луцкий Г.М. Компьютерные сети. - Киев: Юниор, 1998.
5. Таненбаум Э. Компьютерные сети. - Киев: Питер, 2003.
6. Столлингс В. Современные компьютерные сети. - Киев: Питер, 2003.
7. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. – Харьков, 2003.
8. Уэнделл Одом. Официальное руководство по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 (серия CISCO Press) Вильямс, 2009. – 672с.
9. Х. Остерлох. TCP/IP. Семейство протоколов в сетях передачи данных компьютера. «DiaSoft UP», 2003.

10. Bert Hubert, Thomas Graf and others, Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO. Електронне видання у перекладі А. Кисельова та І. Песина. Способ доступа: URL. <http://gazette.linux.ru.net/rus/articles/lartc/index.html>
11. Том М. Томас. Структура и реализация сетей на основе протокола OSPF. 2-е изд. Диалектика, 2004.
12. Берко А.Ю., Верес О.М. Організація баз даних: практичний курс: Навч. посібник. – Львів: Львівська політехніка, 2003.
13. Хомоненко А.Д. и др. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений. – СПб.: Корона-принт, 2000.
14. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2005.
15. Кренке Д. Теория и практика построения баз данных: Пер.с англ. – СПб.: Питер, 2003.
16. Дженингс Р. Использование Microsoft Access.: Пер.с англ. – К.: Вильямс, 2002.
17. Астахова И.Ф. SQL в примерах и задачах. Учеб. пособие. – Мн.: Новое знание, 2002.
18. И. Хабибулин, Java 7, БХВ, СПб, 2012. – 768с.
19. Swing. Эффективные пользовательские интерфейсы, Лори, 2011. – 608с.
20. Язык программирования Java и среда NetBeans. // Курс открытого Интернет-университета ИНТУИТ.
21. Ноутон П., Шилдт Г. Java 2. Наиболее полное руководство — БХВ-Петербург, 2007. — 1067 с.
22. Sun Certified Programmer for Java 6 Study Guide. Exam 310-065, McGraw Hill, 2008. – 890p.
23. Стивен Прата, Язык программирования C++. 6е издание, Бином-Пресс, 2014. – 1248с.
24. Бьерн Страуструп, Язык программирования C++, Бином, 2011. – 1136с.
25. Джон Скит, C# для профессионалов. Тонкости программирования, Вильямс, 2017. – 608с.
26. Джозеф Албахари, Бен Албахари, C# 6.0. Справочник. Полное описание языка, Вильямс, 2016. – 1040с.
27. Абель П. Ассемблер. Язык и программирование для IBM PC. – К.: Век+, М.: ЭНТРОП, К.: НТИ, 2003.
28. Скэнлон Л. Персональные ЭВМ IBM PC и XT. Программирование на языке ассемблера.- М. Радио и связь, 1991
29. Юров В., Хорошенко С. Assembler: учебный курс.- СПб:Изд-во «Питер», 2001
30. Башков Е.А. Аппаратное и программное обеспечение зарубежных микро ЭВМ.: Учеб. Пособие.-К.: Вища шк.,1990
31. Бабич Н.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника: уч. пособие.– К.: «МК-Пресс», 2004
32. Скаржепа В.А., Сенько В.И. Электроника и микросхемотехника: Сб.задач - К.: Вища школа, 1989.
33. Кривуля Г.Ф., Рябенский.М., Буряк В.С. Схемотехніка.- Харків: ТОВ Компанія СМІТ, 2007

34. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. / Паклин Н.Б., Орешков В.И. – Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2010. – 704
35. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. / Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336с. : ил.
36. Анализ многомерных данных. Избранные главы. / Эсбенсен К. – Перевод с англ. С.В. Кучерявского. Под редакцией О.Е. Родионовой. – Черногоровка: Изд-во ИПХФ РАН, 2005. – 160с.
37. Ивахненко А.Г. Самоорганизация прогнозирующих моделей / Ивахненко А.Г., Мюллер И.А. – К.: Техника, 1985. – 223 с.
38. Медведев В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / Медведев В.С., Потемкин В.Г. [Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина]. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
39. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. [Пер. с польск. Рудинского И.Д.]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
40. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы. Состояние. Проблемы. Перспективы / Курейчик В.М. // Известия академии наук. Теория и системы управления. – 1999. – № 1. – С. 144-160.
41. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание / Хайкин Саймон. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
42. Хемди А. Таха Введение в исследование операций. -- М.: "Вильямс", 2007.
43. Дегтярёв Ю. И. Исследование операций: учеб. для вузов по спец. АСУ.-М.: Высш. шк., 1986
44. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. -- М.:Наука, 1980
45. Конюховский П. Математические методы исследования операций в экономике. Учебное пособие. СПб: Питер. 2000г.
46. Чернов В.П. Введение в линейное программирование. СПб Наука 2002г.
47. Таха Х. Введение в исследование операций. — М.: Вильямс, 2005. — 912с.
48. Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов. — М.: Высшая школа, 1983. — 383 с.
49. Вентцель Е.С. Популярные лекции по математике. Элементы теории игр (Выпуск 32). — М.: Физматгиз, 1961. — 72 с.