

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«Сургутский государственный университет»**



Первый проректор, заместитель
председателя приемной комиссии
Даниленко И.Н.
«31» 10 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Шифр и наименование области науки:

1. Естественные науки

Шифр и наименование группы научных специальностей:

1.2. Компьютерные науки и информатика

Шифр и наименование научной специальности:

1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение

Наименование отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени:

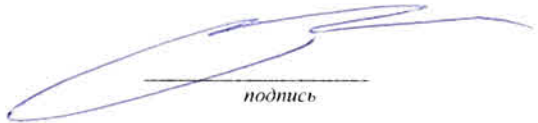
Физико-математические

Форма обучения:

Очная

Составители программы:

Тараканов Д.В., канд. техн. наук, доцент


подпись

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматики и компьютерных систем «09» 09 2022 года, протокол № 07.

Заведующий кафедрой,
канд. техн. наук, доцент



Запевалов А.В.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Особенности проведения вступительного испытания в форме тестирования.....	4
3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена	5
4. Содержание программы	5
5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям	8
6. Рекомендованная литература	11

1. Общие положения

Вступительные испытания на группы научных специальностей по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программы аспирантуры) проводятся с целью определения уровня теоретической подготовки и выявления склонности поступающего к научно-исследовательской деятельности.

Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, особенности проведения вступительных испытаний в форме тестирования и в форме устного экзамена, перечень вопросов для подготовки к экзамену, критерии оценки ответов поступающих, а также рекомендуемую литературу для подготовки.

Программы вступительных испытаний формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с СТО-2.5.7 «Правила приема в Сургутский государственный университет на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре», утвержденным ректором СурГУ и действующим на текущий год поступления в аспирантуру.

Вступительные испытания в аспирантуру СурГУ проводятся на русском языке.

Для приема вступительных испытаний на группы научных специальностей по программам аспирантуры по каждой группе формируются экзаменационные и апелляционные комиссии.

Вступительные испытания проводятся экзаменационной комиссией в соответствии с утвержденным расписанием. Решение экзаменационной комиссии размещается на официальном сайте Университета.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается.

Поступающие сдают следующие вступительные испытания по дисциплине, соответствующей группе научных специальностей программы аспирантуры в соответствии с СТО-2.5.5 «Положение о вступительных испытаниях»:

- экзамен в форме тестирования;
- устный экзамен.

2. Особенности проведения вступительного испытания в форме тестирования

Экзамен в форме тестирования проводится с использованием заданий, комплектуемых автоматически в Moodle СурГУ путем случайной выборки 50 тестовых заданий, на решение которых отводится 90 минут.

Результат тестирования формируется автоматически с указанием числа правильных ответов от общего количества тестовых заданий и количества набранных баллов.

Результаты вступительного испытания в форме тестирования оцениваются по 100-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме тестирования, составляет 50 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- 29 (двадцать девять) баллов и ниже – в ответах поступающего содержится большое количество ошибок, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

- 30 (тридцать) – 49 (сорок девять) баллов – в ответах поступающего частично раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

- 50 (пятьдесят) – 79 (семьдесят девять) баллов – в ответах поступающего раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы хорошие знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

80 (восемьдесят) – 100 (сто) баллов – в ответах поступающего полностью раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы отличные знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру.

3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена

В начале проведения вступительного испытания в форме устного экзамена по дисциплине, соответствующей направлению подготовки, организаторами выдаются поступающим экзаменационные билеты и листы для ответов.

Для подготовки к ответу по билету отводится не менее 60 (шестидесяти) минут.

На собеседование по билету с одним поступающим отводится не более 30 (тридцати) минут, в течение которых поступающему членами комиссии могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительных испытаний.

Результаты вступительного испытания в форме устного экзамена оцениваются по 200-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме устного экзамена, составляет 100 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- 59 (пятьдесят девять) баллов и ниже – не раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета, не даны ответы на дополнительные вопросы; допускаются грубые языковые (фонетические, лексические, грамматические, стилистические) ошибки в речи;

- 60 (шестьдесят) – 99 (девяносто девять) баллов – частично раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; нарушена логика построения ответа, выводы и обобщения не обоснованы; ответы на дополнительные вопросы даны не полностью;

- 100 (сто) – 159 (сто пятьдесят девять) баллов – раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; ответ построен логично, выводы и обобщения обоснованы; даны развернутые ответы на дополнительные вопросы;

- 160 (сто шестьдесят) – 200 (двести) баллов – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета изложено полно; ответ построен логично, в нем присутствуют обоснованные выводы и обобщения; изложены основные точки зрения на затрагиваемые в вопросах теоретические проблемы; даны полные ответы на дополнительные вопросы.

4. Содержание программы

Раздел 1.

Основные понятия теории систем. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики. Понятие об устойчивости систем. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Льенара—Шипара, Гурвица, Михайлова. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления. Управление при

действию возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы. Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств. Управление в условиях неопределенности. Идентификация динамических систем. Классификация дискретных систем. Уравнения импульсных систем во временной области. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. Z-преобразование решетчатых функций и его свойства. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний. Устойчивость дискретных систем. Методы исследования поведения нелинейных систем. Автоколебания нелинейных систем, отображение А. Пуанкаре, функция последования, диаграмма Ламеррея. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации. Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

Раздел 2.

Постановка задач математического программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления технологическими процессами и производственными системами. Допустимое множество и целевая функция. Формы записи задач математического программирования. Постановка задачи линейного программирования. Стандартная и каноническая формы записи. Допустимые множества и оптимальные решения задач линейного программирования. Выпуклые множества. Условия существования и свойства оптимальных решений задачи линейного программирования. Опорные решения системы линейных уравнений. Сведение задачи линейного программирования к дискретной оптимизации. Симплекс-метод. Теория двойственности в линейном программировании. Двойственные задачи. Геометрическая интерпретация двойственных переменных. Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Необходимые условия Куна—Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Выпуклые функции и их свойства. Постановка задачи выпуклого программирования и формы их записи. Простейшие свойства оптимальных решений. Необходимые и достаточные условия экстремума дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве и их применение. Теорема Куна—Таккера и ее геометрическая интерпретация. Классификация методов безусловной оптимизации. Скорости сходимости. Методы первого порядка. Градиентные методы. Методы второго порядка. Метод Ньютона и его модификации. Методы переменной метрики. Методы сопряженных градиентов. Методы нулевого порядка. Методы покоординатного спуска, Хука—Дживса, сопряженных направлений. Методы деформируемых конфигураций. Симплексные методы. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Классификация задач и методов. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Методы сведения задач с ограничениями к задачам безусловной оптимизации. Методы внешних и внутренних штрафных функций. Специальные методы решения задач условной оптимизации. Комбинированный метод проектирования и штрафных функций. Метод зеркальных построений. Метод скользящего допуска. Задачи стохастического программирования. Стохастические квазиградиентные методы. Прямые и не прямые методы. Методы случайного поиска. Методы и задачи дискретного программирования. Задачи целочисленного линейного программирования. Методы отсечения Гомори. Метод ветвей и границ. Задача о назначениях. Задачи оптимизации на сетях и графах.

Раздел 3.

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив. Морфологический анализ. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Множества компромиссов и согласия, построение множеств. Аксиоматические методы многокритериальной оценки. Прямые методы многокритериальной оценки альтернатив. Методы нормализации критериев. Характеристики приоритета критериев. Постулируемые принципы оптимальности (равномерности, справедливой уступки, главного критерия, лексикографический). Деревья решений. Методы компенсации. Методы порогов несравнимости. Диалоговые методы принятия решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Статистические модели принятия решений. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях. Постановки задач на основе различных принципов оптимальности. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения. Свойства сложных систем. Основные принципы системного подхода к оценке состояния и управлению сложными системами. Слабоструктурированные задачи управления, методы и системы принятия управленческих решений. Интеллектуальные управляющие системы. Нечеткое адаптивное управление.

Раздел 4.

Понятие данных, системы данных. Объекты данных. Атрибуты объектов. Значения данных. Идентификаторы объекта данных, ключевые элементы данных. Понятие записи данных. Файлы данных. Базы данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных. Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами. Системы управления базами данных. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ. Проектирование баз данных. Жизненный цикл базы данных. Концептуальная модель. Логическая модель. Словари данных, их назначение, интегрированные и независимые словари данных. Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных. Организация программного обеспечения АСУ. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. Инкапсуляция данных и методов их обработки в классах объектов. Иерархия классов. Базовые и производные классы. Простое и множественное наследование. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов. Абстрактные классы. Полиморфная обработка данных. Виртуальные интерфейсы. Параметризация типов данных в классах и функциях. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево). Программирование математических структур (матрицы и конечные графы). Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия. Сортировка и поиск. Криптообработка и сжатие данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных. Обработка файлов. Технологии программирования. Компиляция и редактирование связей. Верификация и отладка программы. Автоматизация разработки программных проектов. Программная документация. Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Трансляторы. Прикладное

программное обеспечение. Лингвистический и геометрический процессоры. Процессоры визуализации и монитор графической подсистемы. Архитектура графических терминалов и рабочих станций.

Раздел 5.

Этапы развития систем искусственного интеллекта (СИИ). Основные направления развития исследований в области систем искусственного интеллекта. Нейробионический подход. Системы, основанные на знаниях. Извлечение знаний. Интеграция знаний. Базы знаний. Структура систем искусственного интеллекта. Архитектура СИИ. Методология построения СИИ. Экспертные системы (ЭС) как вид СИИ. Общая структура и схема функционирования ЭС. Представление знаний. Основные понятия. Состав знаний СИИ. Организация знаний СИИ. Модели представления знаний. Представление знаний с помощью системы продукций. Стандарт для решения задач анализа данных. Роли участников в проектах по анализу данных. Внедрение систем машинного обучения. Задача классификации. Ансамбли моделей машинного обучения для задачи классификации. Нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Проблема исключающего «ИЛИ». Многослойный персептрон. Представление булевых функций при помощи персептрона. Преодоление ограничения линейной разделимости и решение проблемы исключающего «ИЛИ». Основные понятия обучения нейронных сетей. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки. Достоинства и недостатки алгоритма. Другие алгоритмы обучения нейронных сетей. Сигмоидальная нейронная сеть. Методы обучения сигмоидальных нейронных сетей. Радиальная нейронная сеть. Методы обучения радиальных нейронных сетей. Обучение на неразмеченных данных и поиск аномалий в данных. Алгоритм обратного распространения обучения нейронных сетей. Глубокие нейронные сети (компьютерное зрение, разбор естественного языка, анализ табличных данных). Кластеризация и другие задачи обучения. Задачи работы с последовательным данным, обработка естественного языка. Рекомендательные системы. Определение важности признаков и снижение размерности.

5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям

1. Определение системы.
2. Свойства систем.
3. Идентификация динамических систем.
4. Классификация дискретных систем.
5. Конечно-разностные уравнения.
6. Дискретные системы.
7. Дискретное преобразование Фурье. Z-преобразование. решетчатых функций и его свойства.
8. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы.
9. Устойчивость дискретных систем.
10. Исследование устойчивости по первому приближению, метод функций Ляпунова, метод сравнения.
11. Методы исследования поведения нелинейных систем.
12. Классификация оптимальных систем. Задачи оптимизации.
13. Интеллектуальное управление
14. Понятие данных, системы данных. Объекты данных.
15. Атрибуты объектов. Значения данных.
16. Идентификаторы объекта данных, ключевые элементы данных.
17. Понятие записи данных. Файлы данных.
18. Базы данных.

19. Требования, предъявляемые к базам данных.
20. Распределенные базы данных.
21. Модели данных.
22. Реляционная модель данных.
23. Сетевая модель данных.
24. Иерархическая модель данных.
25. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.
26. Системы управления базами данных.
27. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных.
28. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ.
29. Проектирование баз данных.
30. Жизненный цикл базы данных.
31. Концептуальная модель.
32. Логическая модель.
33. Словари данных, их назначение, интегрированные и независимые словари данных.
34. Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными.
35. Уровни абстракции для описания данных.
36. Организация программного обеспечения АСУ.
37. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования.
38. Конструирование абстрактных типов данных.
39. Инкапсуляция данных и методов их обработки в классах объектов.
40. Иерархия классов. Базовые и производные классы.
41. Простое и множественное наследование.
42. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов.
43. Абстрактные классы.
44. Полиморфная обработка данных.
45. Виртуальные интерфейсы.
46. Параметризация типов данных в классах и функциях.
47. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево).
48. Программирование математических структур (матрицы и конечные графы).
49. Методы программной обработки данных.
50. Итерация и рекурсия.
51. Сортировка и поиск.
52. Криптообработка и сжатие данных.
53. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов.
54. Ввод-вывод данных. Обработка файлов.
55. Технологии программирования.
56. Компиляция и редактирование связей.
57. Верификация и отладка программы.
58. Автоматизация разработки программных проектов.
59. Программная документация.
60. Виды и компоненты программного обеспечения.
61. Операционные системы.
62. Трансляторы
63. Прикладное программное обеспечение
64. Постановка задач принятия решений.
65. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач.
66. Экспертные процедуры.
67. Задачи оценивания.

68. Алгоритм экспертизы.
69. Методы получения экспертной информации.
70. Шкалы измерений, методы экспертных измерений.
71. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов.
72. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов.
73. Методы формирования исходного множества альтернатив.
74. Морфологический анализ.
75. Методы многокритериальной оценки альтернатив.
76. Множества компромиссов и согласия, построение множеств.
77. Деревья решений.
78. Принятие решений в условиях неопределенности.
79. Статистические модели принятия решений.
80. Методы глобального критерия.
81. Критерии Байеса—Лапласа, Гермейера, Бернулли—Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица, Ходжеса—Лемана и др.
82. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами.
83. Нечеткое моделирование.
84. Задачи математического программирования при нечетких исходных условиях.
85. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений.
86. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив.
87. Принятие решений при нескольких отношениях предпочтения.
88. Свойства сложных систем.
89. Основные принципы системного подхода к оценке состояния и управлению сложными системами.
90. Слабоструктурированные задачи управления, методы и системы принятия управленческих решений
91. Линейная регрессия
92. Логистическая регрессия
93. Биологический и искусственный нейрон.
94. Основные функции активации нейронов.
95. Структура нейронной сети.
96. Преимущества нейронных сетей. Сопоставление традиционных ЭВМ и нейрокомпьютеров.
97. Классификации нейронных сетей, области применения и решаемые задачи.
98. Основные направления развития нейрокомпьютинга.
99. Персептрон Розенблата. Проблема исключающего «или».
100. Многослойный персептрон.
101. Представление булевых функций при помощи перцептрона.
102. Преодоление ограничения линейной делимости и решение проблемы исключающего «ИЛИ».
103. Основные понятия обучения нейронных сетей.
104. Градиентные алгоритмы обучения нейронных сетей.
105. Алгоритм обратного распространения ошибки. Достоинства и недостатки алгоритма.
106. Другие алгоритмы обучения нейронных сетей. Сигмоидальная нейронная сеть. Методы обучения сигмоидальных нейронных сетей.
107. Радиальная нейронная сеть. Методы обучения радиальных нейронных сетей.
108. Обучение на неразмеченных данных и поиск аномалий в данных
109. Алгоритм обратного распространения обучения нейронных сетей.

6. Рекомендованная литература

а) основная литература:

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Голубева Н. В. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2016. 192 с. URL: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825. ISBN 978-5-8114-1424-6.
2. Коэльо, Луис Педро. Построение систем машинного обучения на языке Python [Текст] = Building Machine Learning Systems with Python : как извлечь больше информации из данных путем построения практических систем машинного обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт ; [пер. с англ. А. А. Слинкин] .— 2-е издание .— Москва : ДМК Пресс, 2016 .— 301 с. : ил. — Заглавие и автор оригинала: Building Machine Learning Systems with Python / Luis PedroCoelho, Willi Richert .— Предметный указатель: 297-301 .— ISBN 978-5-97060-330-7
3. Барский А.Б. Введение в нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 357 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/89426.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 320 с. — ISBN 978-5-4487-0079-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67390.html>
5. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490343>

б) дополнительная литература:

1. Чубукова И.А. Data Mining [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чубукова И.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020.— 469 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/89404.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Маккинли, Уэс. Python и анализ данных [Текст] = Python for Data Analysis / Уэс Маккинли ; [пер. с англ. А. А. Слинкин] .— Москва : ДМК, 2015 .— 481 с. : ил. ; 22 .— Автор на корешке не указан .— На обложке автор: Уэс Маккинни .— Предметный указатель: с. 466-481 .— ISBN 978-5-97060-315-4, 200.
3. Барский, А. Б. Логические нейронные сети / А. Б. Барский. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 492 с. — ISBN 978-5-94774-646-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/52220.html>
4. Горожанина, Е. И. Нейронные сети : учебное пособие / Е. И. Горожанина. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 84 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>
5. Цильковский, И. А. Методы анализа знаний и данных : конспект лекций / И. А. Цильковский, В. М. Волкова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 68 с. — ISBN 978-57782-1377-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45385.html>
6. Девятков, Владимир Владимирович. Методология и технология имитационных исследований сложных систем : монография / В. В. Девятков [Текст]. Москва : Вузовский учебник : Инфра-М, 2017. 444 с. : ил. ; 22. (Научная книга) . ISBN 978-5-9558-0338-8 ((Вузовский учебник)) . ISBN 978-5-16-009215-7 ((ИНФРА-М)).

7. Крылатков, Петр Петрович. Исследование систем управления \: Учебное пособие / Крылатков П. П., Кузнецова Е. Ю., Фоминых С. И. Москва : Издательство Юрайт, 2019. 127. (Высшее образование) . URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/441474>. ISBN 978-5-534-08367-5 : 259.00.
8. Есипов, Борис Алексеевич. Методы исследования операций [Текст] : допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению ВПО 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / Б. А. Есипов. Издание 2-е, исправленное и дополненное. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. 299 с. : ил., табл. ; 21 см. (Учебники для вузов, Специальная литература) .
9. Набатова, Дария Сергеевна (кандидат физико-математических наук). Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений : рекомендовано Учебно-методическим отделом высшего образования в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим и инженерно-техническим направлениям и специальностям [Текст] / Д. С. Набатова ; Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. Москва : Юрайт, 2017. 291, [1] с. : ил., табл., рис. ; 22.