**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра Вычислительной техники

**утверждена**

на заседании кафедры

Протокол № 10 от 07 июня 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| «Интеллектные вычислительные системы» |

|  |
| --- |
| Направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника |

|  |
| --- |
| Профиль: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети |

|  |
| --- |
| Квалификация: Бакалавр |

|  |
| --- |
| Форма обучения: заочная |

**Составитель программы:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Черкашин Евгений Александрович / 7 июня 2018 г

**Заведующий кафедрой:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Дорофеев Андрей Сергеевич / 7 июня 2018 г

Года набора – 2014, 2015, 2016, 2017, 2018

Иркутск, 2018 г.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1. Дисциплина «Интеллектные вычислительные системы» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом этапа**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код, наименование компетенции** | **Код, этапа освоения компетенции** |
| ОПК-2 – способность осваивать методики использования программных средств для решения практических задач. | ОПК-2.4 |
| ПК-2 – способность разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования. | ПК-2.4 |

**1.2. В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Обобщенные трудовые функции / Трудовые функции** | **Код этапа освоения компетенции** | **Результат обучения** |
| Оптимизация функционирования прикладного программного обеспечения  - выполнение работ по оптимизации функционирования прикладного программного обеспечения инфокоммуникационной системы и оценка результата | ОПК-2.4 | ***Знать*** методы формализации с использованием логики предикатов первого порядка; методики обработки рекурсивных структур данных; методы эвристического целенаправленного перебора.  ***Уметь*** распознавать задачи искусственного интеллекта на объекте автоматизации.  ***Владеть*** методиками анализа бизнес-процессов, направленных на выявление задач искусственного интеллекта. |
| Оптимизация функционирования прикладного программного обеспечения  - выполнение работ по оптимизации функционирования прикладного программного обеспечения инфокоммуникационной системы и оценка результата | ПК-2.4 | ***Знать*** методы построения переборных и рекурсивных алгоритмов, методы разработки оптимизационных программ класса эволюционных алгоритмов; методы разработки экспертных систем.  ***Уметь*** разрабатывать программы в соответствии с логической парадигмой программирования; обосновывать корректность рекурсивных программ; разрабатывать алгоритмы автоматизации принятия решения.  ***Владеть*** языком программирования Пролог стандарта ISO/IEC 13211-1:1995, системой CLIPS. |

**2. Место дисциплины в структуре ООП**

Изучение дисциплины «Интеллектные вычислительные системы» базируется на результатах освоения следующих дисциплин: «Информатика», «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов», «Программирование», «Трансляторы и программные системы», «Технологии программирования»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин: «Искусственный интеллект и параллельное программирование», «Автоматизация проектирования средств вычислительной техники».

**3. Объем дисциплины**

Объем дисциплины составляет - 3 ЗЕТ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) | | |
| Всего | Курс №3 | Курс №4 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 36 | 72 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 12 | 2 | 10 |
| лекции | 6 | 2 | 4 |
| лабораторные работы | 6 |  | 6 |
| практические/семинарские занятия |  |  |  |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование) | 92 | 34 | 58 |
| Трудоемкость промежуточной аттестации | 4 |  | 4 |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Зачет |  | Зачет |

**4. Структура и содержание дисциплины**

**4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины**

**Курс №3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Вид контактной работы** | | | | | | | | **Форма текущего контроля и вид промежуточной аттестации** | |
| Лекции | | ЛР | | ПЗ(СЕМ) | | СРС | | |  |
| № | Кол. час. | № | Кол. час. | № | Кол. час. | № | Кол. час. | |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 11 |
| 1 | Введение | 1 | 1 |  |  |  |  | 2 | 14 | | Устный опрос |
| 2 | Язык программирования ПРОЛОГ | 2 | 1 |  |  |  |  | 1, 2 | 20 | | Защита лабораторной работе |
|  | Промежуточная аттестация |  |  |  |  |  |  |  | 0 | |  |
|  | Всего |  | 2 |  | 2 |  |  |  | 34 | |  |

**Курс №4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Вид контактной работы** | | | | | | | | | **Форма текущего контроля и вид промежуточной аттестации** | | |
| Лекции | | ЛР | | ПЗ(СЕМ) | | | СРС | | | |  |
| № | Кол. час. | № | Кол. час. | № | Кол. час. | № | | Кол. час. | |  | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | 10 | | 11 | |
| 3 | Планирование действий | 3 | 2 | 1, 2 | 4 |  |  | 1 | | 20 | | Защита лабораторной работе | |
| 4 | Игровые задачи | 4 | 2 | 2 | 2 |  |  | 1, 2 | | 38 | | Защита лабораторной работе | |
|  | Промежуточная аттестация |  |  |  |  |  |  |  | | 0 | | Зачет | |
|  | Всего |  | 4 |  | 4 |  |  |  | | 58 | |  | |

**4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий**

**Курс №3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Тема** | **Краткое содержание** |
| 1 | Введение | Области применения технологий искусственного интеллекта. Определение задач ИИ в контексте курса. Классификация задач искусственного интеллекта, их свойства. Понятия символьной обработки информации, автоматизация принятия решения. Данные и знания. Формализмы представления знаний: продукционный, логический, фреймовый и сетевой. |
| 2 | Язык программирования ПРОЛОГ | Основные термины. Пролог. Структура языка. Простые типы данных. Программа на языке Пролог. Унификация и мэтчинг. Списки и их обработка. Интерпретации пролог-программ. Управление логическим выводом. Базы данных в Прологе. Поиск решения на основе перебора. |

**Курс №4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Тема** | **Краткое содержание** |
| 3 | Планирование действий | Формализация проблемы. Граф пространства состояний. Алгоритмы и стратегии поиска решения без учета дополнительной информации. Стратегии и алгоритмы поиска «в глубину» и «в ширину». Стратегии поиска решения с учетом дополнительной информации. Понятия штрафов и стоимости решения, эвристик. Эвристический поиск. Алгоритм А\*. и его модификации: IDA\*, SMA\*. И-ИЛИ графы. Понятия задач и подзадач. Отношение между задачами и подзадачами. Алгоритмы эвристического поиска в И-ИЛИ-графах. CSP-задачи. Алгоритмы поиска решения. Правило «большого пальца». Итеративные алгоритмы: оценки ограничений и градиентного спуска. |
| 4 | Игровые задачи | Представление позиционных пошаговых игр с полной информацией. Формальное описание пошаговых игр с полной информацией для двух игроков. Оценочные функции и методы их разработки. Алгоритм MiniMax. Альфа-бета – отсечение. Обход дерева MiniMaxа вглубину. Понятие горизонта. Сужение области поиска с помощью Альфа-Бета отсечения. Сужение области поиска при помощи реализации языка подсказок. |

**4.3 Перечень лабораторных работ**

**Курс №3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование лабораторной работы | Кол-во акад. часов |
|  | Итого |  |

**Курс №4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование лабораторной работы | Кол-во акад. часов |
| 1 | Построение логической модели предметной области и запись этой модели в виде Пролог-программы | 2 |
| 2 | Реализация метода искусственного интеллекта (на выбор) | 4 |
|  | Итого | 6 |

**4.4 Перечень практических занятий**

Практических занятий не предусмотрено.

**4.5 Самостоятельная работа**

**Курс №3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Вид СРС | Кол-во акад. часов |
| 1 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 14 |
| 2 | Проработка отдельных разделов теоретического курса | 20 |
|  | Итого | 34 |

**Курс №4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Вид СРС | Кол-во акад. часов |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 40 |
| 3 | Проработка отдельных разделов теоретического курса | 18 |
|  | Итого | 58 |

**5. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины**

**5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:**

Лекционные занятия предназначены для изложения аудитории основных теоретических положений разделов курса. Вводная лекция служит для создания общего впечатления о дисциплине, представления класса задач, а также оценке современного состояния перспектив развития искусственного интеллекта. На занятии до сведения учащегося доводятся основные вопросы дисциплины, показывается ее роль и место в соответствующей области знаний, определяется значение дисциплины для формирования компетенций. Для закрепления материала обучающимся на лекции предлагается провести дискуссию по темам:

* Логическая формализация задачи и ее связь с теоретическими положениями баз данных;
* Рекурсивные структуры данных в языках императивного типа;
* Задача планирования действий и ее приложения в видеоиграх;
* Анализ данных как основа формирования содержательных отчетов руководству предприятия.

Неотъемлемой частью изучения дисциплины «Интеллектные вычислительные системы» является выполнение лабораторных работ, основной целью которых является выработка навыков проектирования программного обеспечения решения комбинаторных задач, автоматизации принятия решения, обработки символьной информации, изучения технологий интегрирования средств интеллектуализации с информационными системами, разработки приложений для обеспечения взаимодействия пользователя с интеллектуальной системой.

**5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

В лабораторных работах студент должен выполнить конкретное задание (лабораторные работы 1) или решить сложную задачу, реализовав один из представленных на лекциях методов искусственного интеллекта (по выбору в лабораторной работе 2). Предметную область лабораторной работы 2 студент выбирает самостоятельно, согласовывая с преподавателем.

Содержание лабораторных работ 1, 2, 3 представлено в методическом издании:

Черкашин Е. А. [Рекурсивно-логическое программирование](https://github.com/eugeneai/ais/raw/poly-fgos-plus/ais2.pdf) : учебное пособие / Е. А. Черкашин, 2013. – 109 стр. [Электронный ресурс] URL: <https://github.com/eugeneai/ais/raw/poly-fgos-plus/ais2.pdf>

**5.1.2. Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе**

Совокупность методических указаний по выполнению заданий лабораторных работ и СРС, существующее открытое программное обеспечение, а также материалов конспекта лекций, обеспечивают достаточный объем информации для успешного освоения дисциплины.

**Подготовка к лабораторным работам**

**Цель работы:**

Изучение основных методов, методик и технологий реализации программ искусственного интеллекта, необходимых для выполнения лабораторных работ.

**Содержание задания на СРС**

В ходе подготовки к лабораторным занятиям студент должен самостоятельно изучить основные инструменты и технологии, используемые в процессе разработки программ, для чего необходимо найти и освоить справочную документацию соответствующую темам лабораторных работ.

**Темы для поиска и изучения справочной документации**

Для каждой лабораторной работы предусмотрен свой список тем для поиска и изучения справочной документации.

Лабораторная работа № 1: Примеры онтологий предметных областей, примеры концептуальных моделей, логический формализм к представлению знаний.

Лабораторная работа № 2: Изучить литературу по выбранному и согласованному с преподавателем методу, найти задачу, которая вписывается в выбранный класс задач, попытаться найти существующие реализации для языка программирования, на котором студент собирается выполнять реализацию.

**Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с заданием на текущую лабораторную работу.
2. Найти и самостоятельно изучить справочную информацию в соответствии с темой лабораторной работы
3. Подготовить вопросы преподавателю по теме выполнения лабораторной работы.

**6. Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

**6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

**6.1.1 Входной контроль (ВК)**

**Описание процедуры:**

Студентам предлагается ответить на несколько вопросов по различным разделам информатики. Процедура проводится в начале первой лекции. Цель процедуры – определить готовность аудитории воспринимать материал курса.

**Пример:**

В аудиторию задается ряд вопросов, например

1. В чем состоит суть решения проблем при помощи информатики?
2. Покажите примеры использования системного подхода при проектировании программного обеспечения.
3. Дайте определение интуитивному понятию алгоритма.
4. Приведите примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

***Критерии оценки:***

Группа студентов считается сдавшей опрос, если на все вопросы получены адекватные ответы. В обратном случае уделяется некоторое время лекции на разъяснение заданий, вызвавших затруднение.

**6.1.2 Защита лабораторных работ**

**Тема (раздел)**

«Построение логической модели предметной области и запись этой модели в виде Пролог-программы» (лабораторная работа № 1), «Реализация метода искусственного интеллекта» (лабораторная работа № 2).

**Описание процедуры:**

Для успешной сдачи лабораторной работы студенту необходимо защитить результат - программу. В ходе защиты отчета студенту необходимо дать краткое изложение основных результатов полученных в ходе выполнения лабораторной работы, показать работоспособность программы, устно ответить на теоретические вопросы по теме лабораторной работы, а также продемонстрировать умение ориентироваться в полученных результатах выполнения.

**Примеры вопросов для контроля:**

Лабораторная работа № 1:

1. Что такое концептуальная модель предметной области?
2. В чем особенности представления концептуальной модели в языке Пролог?
3. Как представляется логически в исчислении предикатов первого порядка запрос языка Пролог?

Лабораторная работа № 2:

1. Что такое эвристическая функция?
2. Какие существуют способы задания эвристической функции для алгоритма А\*?
3. В чем суть применения оценочных функций в алгоритме MiniMax?

***Критерии оценки:***

Лабораторная работа считается сданной, если разработанная программа функционирует правильно на примерах, заданных преподавателем, а в ходе ответа на контрольные вопросы студент демонстрирует знание и понимание теоретического материала необходимого для выполнения работ, а также свободно ориентируется в отчетных материалах.

**6.1.3. Устный опрос**

**Описание процедуры:**

Студентам предлагается ответить на несколько вопросов. Процедура проводится в начале лекции, следующей за циклом лекций, представляющем тематику опроса.

**Пример:**

В аудиторию задается ряд вопросов, например

1. Как можно отличить задачу искусственного интеллекта от других задач информатики?
2. Как вы понимаете словосочетание «противоречивая информация»?
3. Какие существуют формализмы представления знаний?
4. В чем суть процесса обработки информации, построенного на основе формализованных знаний?

***Критерии оценки:***

Группа студентов считается сдавшей опрос, если на все вопросы получены адекватные ответы. В обратном случае уделяется некоторое время лекции на разъяснение заданий, вызвавших затруднение.

**6.2 Оценочные средства промежуточной аттестации**

**6.2.1. Показатели и критерии оценивания компетенций на этапах их формирования**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код этапа освоения компетенции** | **Показатель оценивания** | **Критерий оценивания** | **Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации** |
| ОПК-2.5 | Знание свойств задач, относящихся к области искусственного интеллекта.  Умение распознавать задачи искусственного интеллекта по основным признакам.  Навыки классификации распознанной задачи искусственного интеллекта по основным направлениям. | Уверенно демонстрирует полученные знания согласно показателям, приводит примеры, отвечает на вопросы. Работает со специализированными программными средствами. Способен выявлять на объекте автоматизации задачи, относящиеся к области искусственного интеллекта. | Защита лабораторных работ, устное собеседование по теоретическим вопросам |
| ПК-2.5 | Знание основных принципов построения программных систем искусственного интеллекта, их архитектуры и методик их реализации.  Умение реализовать программную систему, используя классические методы решения задач искусственного интеллекта  Навыки сопряжения существующего программного обеспечения с разработанными средствами интеллектуализации, целенаправленной оптимизации производительности программ, включающих перебор | Уверенно демонстрирует полученные знания согласно показателям, приводит примеры, отвечает на вопросы. Использует классические методы построения программ. Способен реализовывать решения задач искусственного интеллекта в виде программного обеспечения, создавать информационное обеспечение разрабатываемым программам. | Защита лабораторных работ, устное собеседование по теоретическим вопросам |

**6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

**6.2.2.1 Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине**

*Перечень вопросов, являющихся предметом дискуссии на зачете*:

1. Задачи ИИ, Виды обработки информации.
2. Классификация задач искусственного интеллекта, их свойства.
3. Представление знаний, формализмы представления знаний.
4. Понятие “планирование действий”, допустимое состояние, допустимые переходы из состояние в состояние, цели, и т. п.
5. Граф пространства состояний.
6. Стратегии поиска решения без учета дополнительной информации.
7. Стратегии поиска решения с учетом дополнительной информации.
8. Понятия штрафов и стоимости решения, эвристик. Эвристический поиск. Алгоритм А\*.
9. Алгоритмы поиска решения. Представление задачи с помощью подзадач. Понятия задач и подзадач. И-ИЛИ графы.
10. CSP-задачи. Алгоритмы поиска решения.
11. Эвристические функции оценивания. Методы разработки этих функций.
12. Игры. Представление позиционных игр с полной информацией.
13. Оценочные функции в игровых задачах.
14. Алгоритм MiniMax. Альфа-бета – отсечение.
15. Обход дерева MiniMax в глубину. Понятие горизонта. Сужение области поиска с помощью Альфа-Бета отсечения.
16. Экспертные системы. Структура экспертной системы. Классификация экспертных систем.
17. Принципы построения машин вывода экспертных систем.
18. Программирование в терминах образцов.
19. Представление знаний в экспертных системах. Продукции. Система CLIPS.
20. Принципы построения подсистем объяснения вывода в экспертных системах. Инженерия знаний.
21. Полнота базы знаний. Обработка неопределенности в экспертных системах.
22. Понятие информационно-управляющей системы.
23. Нечеткая логика. Нечеткие системы управления. Фаззификация и дафаззификация.
24. Эволюционные вычисления. Генетические алгоритмы.
25. Алгоритм муравья, алгоритм роя. Другие дискретные оптимизационные алгоритмы.
26. Градиентный спуск. Алгоритмы последовательного улучшения.
27. Нейронные сети. Формализованный нейрон, его структура.
28. Перцептрон. Обучение нейронных сетей. Алгоритм обратного распространения ошибки.
29. Обучение интеллектных систем. Деревья решений.
30. Постановка задачи анализа данных. Поиск регрессионных зависимостей. Нелинейные регрессии.
31. Методы предсказания значений табличных функций.
32. Кластерный анализ. Иерархический кластерный анализ.
33. Планирование эксперимента.
34. Предварительная обработка входных данных. Метод главных компонент.
35. Интерпретация результатов анализа данных.
36. Использование анализа данных для идентификации математических моделей.

**6.2.2.1.1 Описание процедуры зачета**

В ходе зачета проводится устное собеседование по теоретическим вопросам, решение практических задач. Студенту предлагается подготовить ответ на один из теоретических вопросов и/или решить задачу. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по теме теоретического вопроса, а также по существу практического задания.

**Пример теоретического вопроса:**

Как разрабатываются оценочные функции в игровых задачах?

**Пример ответа:**

Оценочные функции в игровых задачах – это средство оценки перспективности действий Игрока (компьютера) по состоянию игрового поля. Например, в шахматах, в простейшем случае, – это разность суммарной «силы» фигур Игрока и Противника. Ясно, что такие функции неэффективно применять без алгоритма MiniMax, где они используются в листовых вершинах (на максимальной глубине поиска). Основная задача оценочных функций давать грубую информацию о перспективах Игрока.

**Пример практического задания:**

Предложите оценочную функцию для Игры «Реверси».

**Пример ответа:**

В игре реверси основная задача – захватить как можно больше фишек противника. Поэтому в качестве простейшей оценочной функции является разность количества фишек Игрока и Противника. С другой стороны фишки, поставленные в угол поля, перевернуть уже не получится, поэтому наличие такой фишки несколько увеличивает шансы на выигрыш, и поэтому можно такие фишки считать на 5 или 10 простых. Аналогично можно поступать с фишками на границе поля: эти фишки перевернуть (захватить) возможно, но труднее, чем фишки в центре поля. В конечном счете можно предложить следующую формулу вычисления значения оценочной функции:

,

где – игрок, при этом, обозначает Игрока, обозначает Противника, – множество фишек -го игрока, и – вес -й фишки, который, как сказано выше, зависит от ее расположения на доске.

**6.2.2.1.2 Критерии оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
| **Зачтено** | **Не зачтено** |
| Способен демонстрировать наличие знания пройденного программного материала при успешном применении его на практике. Допускаются некоторые ошибки в выполненном практическом задании, уверенно исправляемые после дополнительных вопросов. | Наличие грубых ошибок в решении, при отсутствии возможности их устранения, непонимание сущности излагаемого вопроса. |

**7. Основная учебная литература**

1. Братко И. Программирование на языке Пролог для искусственного интеллекта / И. Братко; Пер. с англ. А. И. Лупенко, А. М. Степанова, 1990. - 559.
2. Черкашин Е. А. Введение в системы искусственного интеллекта. Логическое программирование : конспект лекций / Е. А. Черкашин, 2003. - 95.
3. Сосинская С. С. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний : учебное пособие для вузов по направлениям: "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств", "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / С. С. Сосинская, 2011. - 215.
4. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / Л. Н. Ясницкий, 2010. - 174.
5. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход : [пер. с англ.] / Стюарт Рассел, Питер Норвиг, 2006. - 1407.

**8. Дополнительная учебная и справочная литература**

1. Малпасс Дж. Реляционный язык Пролог и его применение / Дж. Малпасс; Дж. Малпас; Перевод с англ. А. А. Титова, 1990. - 463.
2. Приобретение знаний / Осуга С., Саэки Ю., Судзуки Х. [и др.] под ред. С. Осуги, Ю. Саэки; пер. с яп. Ю. Н. Чернышева, 1990. - 303.
3. Нейлор Крис. Как построить свою экспертную систему / Крис Нейлор, 1991. - 288.
4. Искусственный интеллект [Текст] : справочник : В 3 кн. / под ред.Э. В. Попова. Кн. 1 : Системы общения и экспертные системы / Э. В. Попов [и др.], 1990. - 460.
5. Искусственный интеллект [Текст] : справочник : В 3 кн. Кн. 2 : Модели и методы / Д. А. Поспелов и др. ; под ред. Д. А. Поспелова, 1990. - 303.
6. Искусственный интеллект [Текст] : справочник : В 3 кн. Кн. 3 : Программные и аппаратные средства / В. Н. Захаров и [др.], 1990. - 362.
7. Логический подход к искусственному интеллекту: От классич. логики к логич. программир. / Под ред. Г. П. Гаврилова, 1990. - 429.
8. Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта / Ж.-Л. Лорьер; Пер. с фр. под ред. В. Л. Стефанюка, 1991. - 568.
9. Логический подход к искусственному интеллекту: От модал. логики к логике баз данных / А. Тейз, П. Грибомон, Г. Юлен и др.; Пер. с фр. Г. П. Гаврилова и др., 1998. - 493.
10. Стерлинг Леон. Искусство программирования на языке пролог / Леон Стерлинг, Эгуд Шапиро; Пер. с англ. С. Ф. Сопрунова, Л. В. Шабанова, 1990. - 333.
11. Джексон Питер. Введение в экспертные системы: [Пер. с англ.] / Питер Джексон, 2001. - 622.
12. Гринченков Д. В. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов : учебное пособие по специальности "Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем" направления подготовки "Информатика и вычислительная техника" / Д. В. Гринченков, С. И. Потоцкий, 2010. - 206.
13. Жданов А. А. Автономный искусственный интеллект : научное издание / А. А. Жданов, 2011. - 359.
14. Ларионов А. А. Программные технологии для эффективного поиска логического вывода в исчислении позитивно-образованных формул : монография / А. А. Ларионов, Е. А. Черкашин, 2014. - 104.
15. Черкашин Е. А. Рекурсивно-логическое программирование : учебное пособие / Е. А. Черкашин, 2013. - 109.
16. Андерсон Р. Доказательство правильности программ / Р. Андерсон; пер. с англ. Б. Н. Зобниной; под ред. Д. Б. Подшивалова, 1982. - 163.
17. Судоплатов С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова, 2018. - 255.

**9. Ресурсы сети Интернет**

1. http://library.istu.edu/
2. https://e.lanbook.com/

**10. Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows (Подписка DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years). Сублицензионный договор №14527/МОС2957 от 18.08.16г.);
2. Microsoft Office;

Свободное программное обеспечение:

1. Дистрибутив Arch Linux;
2. SWI-Prolog версии 6.5 и ранее;
3. Система CLIPS версии 6.3 и ранее;
4. Любая свободная или условно-бесплатная среда программирования.

**11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекции по дисциплине проводятся в мультимедийном классе, оборудованном проектором и экраном (В-108). Лабораторные работы проводятся в учебно-исследовательской лаборатории аппаратных и программных средств вычислительной техники кафедры вычислительной техники (В-106/208), оборудованной проектором с экраном, 16 ПК).

1. Проектор ACER Х1261Р.DLP projector. XGA 1024\*768. Nvidia 3DDLP 3D. (оборуд. НИЧ, Дорофеев);
2. Проектор TOSHIBA TLP-X3000;
3. Класс персональных компьютеров В106 и В208 (по 16 пк).