

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 20.06.2024 10:08:24  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тверской государственный университет»**

**УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель ООП**

**С.М. Дудаков**  
2023 г.



**Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)  
Теория искусственного интеллекта**

Направление подготовки  
15.03.06 – Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки  
Интеллектуальное управление в мехатронных и  
робототехнических системах

для студентов 3 курса  
Форма обучения – очная

Составитель(и):  
• к.ф.-м.н. Карлов Б.Н.

# I. Аннотация

## 1. Цель и задачи дисциплины:

Дать представление обучающимся об истории и структуре искусственного интеллекта (ИИ) и обучить методам решения проблем в таких традиционно относимых к области ИИ разделах информатики как представление знаний, поиск в больших пространствах состояний, планирование, машинное обучение, обработка естественного языка.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина входит в раздел «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» обязательной части блока 1.

**Предварительные знания и навыки.** Знание курсов «Дискретная математика», «Методы программирования», «Теория вероятностей и математическая статистика».

**Дальнейшее использование.** Полученные знания могут использоваться при подготовке выпускных квалификационных работ, а также при продолжении образования в магистратуре.

## 3. Объем дисциплины: 3 зач. ед., 108 акад. ч., в том числе:

**контактная аудиторная работа** лекций 32 часа, практических занятий 16 часов,  
**контактная внеаудиторная работа** контроль самостоятельной работы 0 ч., в том числе курсовая работа 0 часов;  
**самостоятельная работа** 60 часов, в том числе контроль 0 часов.

## 4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем	ПК-1.1 Разрабатывает математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей ПК-1.2 Разрабатывает экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводит их экспериментальное ис-

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	<p>следование с применением современных информационных технологий</p> <p>ПК-1.3 Анализирует научно-техническую информацию, обобщает отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводит патентный поиск</p> <p>ПК-1.4 Проводит эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывает результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p> <p>ПК-1.5 Проводит вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем</p> <p>ПК-1.6 Участвует в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок</p>

### 5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:

экзамен в 6 семестре

### 6. Язык преподавания:

русский

## II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование	—	Контактная работа (час.)	Г . К
----------------------------------	---	--------------------------	-------

разделов и тем		Лекции		Практ. занятия / Лаб. работы		Контроль сам. раб., в т.ч. кур- совая работа	
		Всего	В т.ч. практ. подг.	Всего	В т.ч. практ. подг.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Введение: искусственный интеллект и его история	4	2	0	1/0	0/0	0	1
Задачи поиска в больших пространствах решений	26	7	0	4/0	0/0	0	15
Представление знаний и проведение рассуждений	26	8	0	4/0	0/0	0	14
Рассуждения в условиях неопределенности	26	8	0	4/0	0/0	0	14
Обработка естественного языка	26	7	0	3/0	0/0	0	16
Итого	108	32	0	16/0	0/0	0	60

### Учебная программа дисциплины

1. Введение: искусственный интеллект и его история
  - Классы задач, решаемые системами ИИ
  - История развития ИИ. Тест Тьюринга
  - Виды разумных агентов и их структуры
  - Виды окружений
2. Задачи поиска в больших пространствах решений
  - Алгоритмы поиска с полным перебором: поиск в глубину, поиск в ширину, двусторонний поиск, итерационный поиск.
  - Эвристические алгоритмы поиска: эвристики на базе оценочной функции, алгоритм «первый из лучших», алгоритм A\* и его модификации, метод ветвей и границ.
  - Генетические алгоритмы.
  - Градиентный метод. Моделирование отжига.
  - Игры: И-ИЛИ деревья и поиск минимакса, алгоритм альфа-бета отсечения. Программы для игры в шахматы, шашки, го, карточные игры, экономические игры.
  - PSPACE-полнота проблемы QBF. Примеры PSPACE-полных игр.
  - Задачи выполнения ограничений.
  - Приближенные и псевдо полиномиальные алгоритмы.
3. Представление знаний и проведение рассуждений
  - Логика предикатов: синтаксис, семантика, логический вывод и метод резолюций.
  - Продукции: виды продукций, синтаксис и семантика, факторы уверенности.
  - Экспертные системы на базе продукций: алгоритмы вывода и генерации объяснений.

- Семантические сети и фреймы: виды семантической сетей и фреймов, вывод на семантических сетях.
  - Интернет-языки для представления онтологий и правил: RDF, OWL и RIF.
  - Основы Пролога.
4. Рассуждения в условиях неопределенности
- Неопределенные знания.
  - Вероятностная логика.
  - Основные понятия теории вероятностей. Независимые события, условная вероятность, формула полной вероятности, формула Байеса.
  - Применения правила Байеса для нахождения вероятностей.
  - Байесовские сети.
5. Обработка естественного языка
- Формализмы для представления синтаксиса естественного языка: регулярные выражения, КС-грамматики, категориальные грамматики, N-граммы.
  - Системы составляющих и деревья зависимостей.
  - Представление значений и семантический анализ.
  - Модель «Смысл-текст» и ее применение в машинном переводе.

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Введение: искусственный интеллект и его история	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Задачи поиска в больших пространствах решений	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Представление знаний и проведение рассуждений	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Рассуждения в условиях неопределенности	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач
Обработка естественного языка	лекции, практические занятия	изложение теоретического материала, решение задач

### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

<p><b>Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.1</b> Уметь представлять знания в формальном виде, применять логический вывод, писать программы на Прологе</p>	<p>Примеры задач для контрольных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Даны пять утверждений. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отношение «дружить» симметрично.</li> <li>2. Расчётливые сотрудники дружат только с теми, у кого оклад выше.</li> <li>3. Никакие два сотрудника не получают одинаковую зарплату.</li> <li>4. Имеется более одного расчётливого сотрудника.</li> <li>5. Не все сотрудники — друзья.</li> </ol> </li> </ul> <p>Определите подходящую сигнатуру и запишите эти утверждения в логике первого порядка. Используя метод резолюций, покажите, что утверждение 5 является следствием утверждений 1–4.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Напишите онтологию для предметной области «Компьютеры» на упрощенном варианте языка OWL. В ней должна быть представлена классификация компьютеров, их производители, основные свойства компьютеров, области их применения, владельцы компьютеров и т.п.</li> <li>• Напишите на Прологе программу для вычисления предиката <math>\text{prefix}(L1, L2, P)</math>, который по двум входным спискам элементов <math>L1</math> и <math>L2</math> возвращает в переменной <math>P</math> наибольший общий префикс этих списков. Например, вызов  <math>?- \text{prefix}([a, b, a, c, b, a, d, c], [a, b, a, a, b], P)</math>.  возвращает список <math>P = [a, b, a]</math>.</li> </ul>	<p>оценка 3 — умеет представлять высказывания в формальном виде, оценка 4 — кроме того умеет использовать метод резолюций, оценка 5 — кроме того умеет писать программы на Прологе</p>
--	---	--

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.2

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
<p>Знать алгоритмы поиска и алгоритмы для задачи выполнения ограничений</p>	<p>Примеры вопросов к экзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Поиск в глубину. Поиск в ширину. Двухнаправленный поиск. Итерационный поиск.</li> <li>• Эвристические алгоритмы поиска. Алгоритм «первый из лучших». Алгоритм <math>A^*</math>. Метод ветвей и границ. Градиентный подъем. Моделирование отжига.</li> <li>• Генетические алгоритмы.</li> <li>• Поиск выигрышной стратегии в игре. И-ИЛИ деревья и поиск минимакса. Алгоритм альфа-бета-отсечения.</li> <li>• PSPACE-полнота проблемы QBF. Примеры PSPACE-полных игр.</li> <li>• Задачи выполнения ограничений. Алгоритм с хронологическими возвратами. Эвристики для задачи выполнения ограничений. Алгоритм GSAT.</li> <li>• Приближенные и псевдо полиномиальные алгоритмы.</li> </ul>	<p>оценка 3 — знает основные методы поиска решений, методы поиска выигрышной стратегии, оценка 4 — кроме того знает эвристические методы поиска решений, метод альфа-бета-отсечения, оценка 5 — кроме того знает доказательство PSPACE-полноты некоторых игр</p>
<p>Уметь использовать алгоритмы</p>	<p>Примеры задач для контрольных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• На берегу реки находятся три миссионера и три кан-</li> </ul>	<p>оценка 3 — умеет использовать про-</p>

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
поиска и алгоритмы для задачи выполнения ограничений	<p>нибала. Они должны переправиться на другой берег, используя одну лодку. В лодку помещаются только два человека. Если на некотором берегу каннибалов окажется больше, чем миссионеров, то миссионеров съедят. Нужно переправиться на другой берег, так чтобы все остались живы. Используя алгоритм поиска в ширину, найдите оптимальное решение задачи «Миссионеры и каннибалы».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пусть <math>D1 = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \}</math>, <math>D2 = \{ 1, 2, 3, 4, 5 \}</math>, <math>D3 = \{ -1, -2, -3, -4 \}</math>. Задача удовлетворения ограничений содержит три ограничения: <math>x1^2=x2</math>, <math>x2+x3 &gt; 0</math> и <math>x1+x3</math> чётно. Постройте граф ограничений и упростите задачу с помощью алгоритма AC-3.</li> <li>• Модифицируйте алгоритм GSAT так, чтобы с его помощью решать задачу окраски вершин графа в заданное число цветов.</li> </ul>	<p>стейшие алгоритмы поиска и алгоритмы выполнения ограничений, оценка 4 — кроме того умеет использовать эвристические алгоритмы поиска и алгоритмы выполнения ограничений, оценка 5 — кроме того умеет использовать идеи стандартных алгоритмов для решения новых задач</p>

### Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.3

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Знать методы представления знаний и методы логического вывода	<p>Примеры вопросов к экзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Логика предикатов: синтаксис, семантика, логический вывод, метод резолюций, наиболее общий унификатор.</li> <li>• Продукции: виды продукций, синтаксис и семантика, факторы уверенности.</li> <li>• Экспертные системы на базе продукций: алгоритмы вывода и генерации объяснений. Семантические сети и фреймы: виды семантической сетей и фреймов, вывод на семантических сетях.</li> <li>• Интернет-языки для представления онтологий и правил: RDF, OWL и RIF.</li> <li>• Синтаксис и семантика Пролога. Переменные, факты, правила, списки. Согласование целевых утверждений. Возврат и отсечение.</li> </ul>	<p>оценка 3 — знает синтаксис и семантику логики предикатов, метод резолюций, оценка 4 — кроме того знает языки для представления онтологий, оценка 5 — кроме того знает основы Пролога</p>

### Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.4

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Уметь использовать формальные	<p>Примеры задач для контрольных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Для следующего предложения постройте размечен-</li> </ul>	<p>оценка 3 — умеет строить системы</p>

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
способы представления синтаксиса и семантики естественного языка	<p>ную и иерархизованную системы составляющих, глубинную и поверхностную синтаксические структуры: «Призыв об охране природы лесов должен быть обращён прежде всего именно к молодёжи».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Постройте КС-грамматику и категориальную грамматику, порождающую предложения такого же типа, что и предложение из предыдущей задачи.</li> </ul>	составляющих и деревья зависимостей для предложений на естественном языке, оценка 4 — кроме того умеет строить КС-грамматику для описания фрагментов естественного языка, оценка 5 — кроме того умеет строить категориальные грамматики для описания фрагментов естественного языка

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.5

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
Знать основы вероятностной логики, понятие Байесовских сетей	<p>Примеры вопросов к экзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Основные понятия теории вероятностей. Независимые события, условная вероятность, формула полной вероятности, формула Байеса.</li> <li>• Вероятностная логика.</li> <li>• Применения правила Байеса для нахождения вероятностей.</li> <li>• Байесовские сети.</li> </ul>	оценка 3 — знает основные понятия теории вероятностей, оценка 4 — кроме того знает основы вероятностной логики, оценка 5 — кроме того знает понятие байесовских сетей
Уметь использовать теорию вероятностей и вероятностную логику для работы с неопределёнными знаниями	<p>Примеры задач для контрольных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Априорная вероятность того, что ячейка в мире чудовища содержит яму, равна 0,2. Агент обнаружил, что ячейки [1, 1], [1, 2], [2, 2], [2, 1], [3, 2] безопасны, а в ячейках [2, 1], [3, 2] есть ветер. Какова вероятность того, что ячейка [4, 2] содержит яму?</li> <li>• Допустим, что вы живёте рядом с атомной электростанцией, в которой предусмотрена тревожная сигнализация, срабатывающая, если показания датчика температуры превышают некоторое пороговое значение. Датчик измеряет температуру в реакторе. Рассмотрите булевы переменные А (звучит тревожный сигнал), FA (тревожная сигнализация неисправна) и</li> </ul>	оценка 3 — умеет использовать основные формулы для определения действий агента в условиях неопределённости в простейших случаях, оценка 4 — умеет использовать основные формулы для определения действий агента в условиях неопреде-

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания, шкала оценивания
	<p>FG (неисправен датчик), а также многозначные вершины G (показания датчика) и T (фактическая температура в реакторе).</p> <p>а) Нарисуйте байесовскую сеть для этой проблемной области с учетом того, что вероятность отказа датчика повышается, если температура в реакторе становится слишком высокой.</p> <p>б) Примите предположение, что есть только два значения фактической и измеряемой температур — нормальная и высокая; вероятность того, что датчик сообщает правильную температуру, равна <math>x</math>, когда он работает, а если неисправен, равна <math>y</math>. Приведите таблицу условных вероятностей, связанную с вершиной G.</p>	<p>ленности в более сложных случаях, оценка 5 — кроме того умеет строить байесовские сети и определять с их помощью вероятность</p>

## Типовые контрольные задания и/или критерии для проверки индикатора ПК-1.6

Знать формальные способы представления синтаксиса и семантики естественного языка	<p>Примеры вопросов к экзамену:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Регулярные выражения, КС-грамматики, категориальные грамматики, N-граммы.</li> <li>• Системы составляющих. Деревья зависимостей. Построение систем составляющих и деревьев зависимостей с помощью грамматик.</li> <li>• Модель «Смысл-текст» и ее применение в машинном переводе.</li> </ul>	<p>оценка 3 — знает понятия регулярно-го выражения, КС-грамматики, категориальной грамматики, N-граммы, оценка 4 — кроме того знает понятия системы составляющих и дерева зависимостей, их связь с формальными грамматиками, оценка 5 — кроме того знает модель «Смысл-текст»</p>
---	---	---

Важной составляющей данного раздела РПД являются требования к рейтинговому контролю с указанием баллов, распределенных между модулями и видами работы обучающихся.

Максимальная сумма баллов по учебной дисциплине, заканчивающейся экзаменом по итогам семестра составляет 60 баллов (30 баллов - 1-й модуль и 30 баллов - 2-й модуль).

Обучающемуся, набравшему 40–54 балла, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в рейтинговой ведомости учета успеваемости и зачетной книжке может быть выставлена оценка «удовлетворительно».

Обучающемуся, набравшему 55–57 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 15 баллов и выставлена экзаменационная оценка «хорошо».

Обучающемуся, набравшему 58–60 баллов, при подведении итогов семестра (на последнем занятии по дисциплине) в графе рейтинговой ведомости учета успеваемости «Премиальные баллы» может быть добавлено 27 баллов и выставлена экзаменационная оценка «отлично». В каких-либо иных случаях добавление премиальных баллов не допускается.

Обучающийся, набравший до 39 баллов включительно, сдает экзамен.

Распределение баллов по модулям устанавливается преподавателем и может корректироваться.

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **1. Рекомендованная литература**

#### **а) Основная литература**

- [1] Масленникова, О.Е. Основы искусственного интеллекта : учеб. пособие / О.Е. Масленникова, И.В. Гаврилова. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2019. — 283 с. — ISBN 978-5-9765-1602-1. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1034902> (дата обращения: 17.11.2023). — Режим доступа: по подписке. (ЭБС znanium.com)
- [2] Болотова, Л. С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях : учебник / Л. С. Болотова. - Москва : Финансы и статистика, 2023. - 664 с. - ISBN 978-5-00184-097-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2051330> (дата обращения: 17.11.2023). – Режим доступа: по подписке. (ЭБС znanium.com)

#### **б) Дополнительная литература**

- [3] Бессмертный, И.А. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 132 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/43663>. — Загл. с экрана.
- [4] Шрайнер, П. А. Основы программирования на языке Пролог : учебное пособие / П. А. Шрайнер. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 213 с. — ISBN 5-9556-0034-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100322> (дата обращения: 17.11.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- [5] Смолин, Д.В. Введение в искусственный интеллект: конспект лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 264 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2325>. — Загл. с экрана.

### **2. Программное обеспечение**

Наименование помещений	Программное обеспечение
Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями): Linux Kubuntu, KDE, TeX Live, TeX Studio, Libre Office, GIMP, Gwenview, Image Magick, Okular, Skanlite, GoogleChrome, KDEConnect, Konversation, KRDC, KTorrent, Thunderbird, Elisa, VLCmediaplayer, PulseAudio, KAppTemplate, KDevelop, pgAdmin4, PostgreSQL, Qt, QtCreator, R, RStudio, VisualStudioCode, Perl, Python, Ruby, clang, clang++, gcc, g++, nasm, flex, bison, Maxima, Octave, Dolphin, HTop, Konsole, KSystemLog, Xterm, Ark, Kate, KCalc, Krusader, Spectacle, Vim

### 3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com);
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>;
3. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.

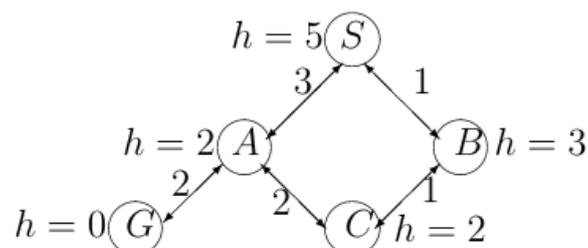
### 4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Интернет-университет <http://www.intuit.ru>
2. Artificial Intelligence Tutorial, [https://www.tutorialspoint.com/artificial\\_intelligence/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/artificial_intelligence/index.htm)

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Примеры задач для подготовки к контрольным работам

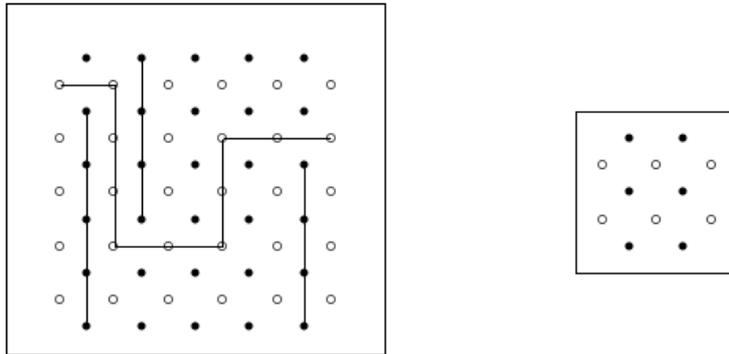
1. Ниже представлен граф поиска (S — исходная вершина, G — цель). Цифры на ребрах указывают их вес, рядом с каждой вершиной указано значение эвристики  $h$ :



Изобразите полное дерево поиска для этого графа. Укажите для каждой вершины стоимость пути в нее и эвристику. Для каждого из указанных ниже алгоритмов

поиска определите последовательность просмотренных вершин (при выборе эквивалентных альтернатив используйте алфавитный порядок).

- а) Поиск в глубину (сыновья каждой вершины упорядочены по алфавиту).
  - б) Поиск в ширину с учетом стоимости пути.
  - в) Поиск-по-лучшему (Best-First-Search). Постройте последовательность закрытых вершин.
  - г) Алгоритм A\*.
2. В игру бридж-ит, изобретенную О. Гроссом, два игрока Б и Ч играют на поле, изображенном ниже:



За один ход игрок проводит горизонтальный или вертикальный отрезок, соединяющий две соседние точки одного (своего) цвета. Линии противников не должны пересекаться. Выигрывает тот, кто первым построит ломаную, соединяющую две противоположные стороны своего цвета. Пусть партию всегда начинает игрок Ч, соединяющий черные точки. На рисунке слева показана партия, выигранная Б.

- а) Предложите представление позиций игры и ходов и процедуру перечисления допустимых в данной позиции ходов. Какова максимальная и средняя степень ветвления дерева игры? Каково максимальное число ходов в партии?
  - б) Рассмотрите мини вариант бридж-ит, показанный на рис. справа. Постройте дерево игры и определите выигрывающую стратегию для игрока Ч.
  - в) Пусть оценочная функция  $h$  для позиции равна минимальному числу звеньев, недостающих для выигрыша Ч. Пусть порядок перебора допустимых ходов в позиции лексикографический, т.е. ходы перебираются слева направо и снизу вверх. Приведет ли использование этой функции при глубине расчета равной 2 полу ходам к выигрышу в мини бридж-ит? Если нет, то предложите лучшую оценочную функцию.
  - г) (\*) Определите выигрывающую стратегию игрока Ч в общем случае.
3. Используя алгоритм GSAT, найдите выполняющее присваивание для следующей 3-КНФ:

$$(X_1 \vee X_2 \vee X_3) \wedge (\neg X_1 \vee X_4 \vee \neg X_5) \wedge (\neg X_2 \vee \neg X_3 \vee \neg X_4) \wedge (X_3 \vee \neg X_4 \vee X_5) \wedge (X_2 \vee X_3 \vee X_5) \wedge (\neg X_1 \vee \neg X_4 \vee \neg X_5).$$

В качестве «случайного» присваивания  $\sigma$  в начале  $i$ -й итерации основного цикла используйте следующее:  $\sigma(X_i) = 1$  и  $\sigma(X_j) = 0$  при  $j \neq i$ . Для каких значений пара-

метров  $\max\_restarts$  и  $\max\_climbs$  получено решение? Сколько изменений  $\sigma$  произошло при его поиске?

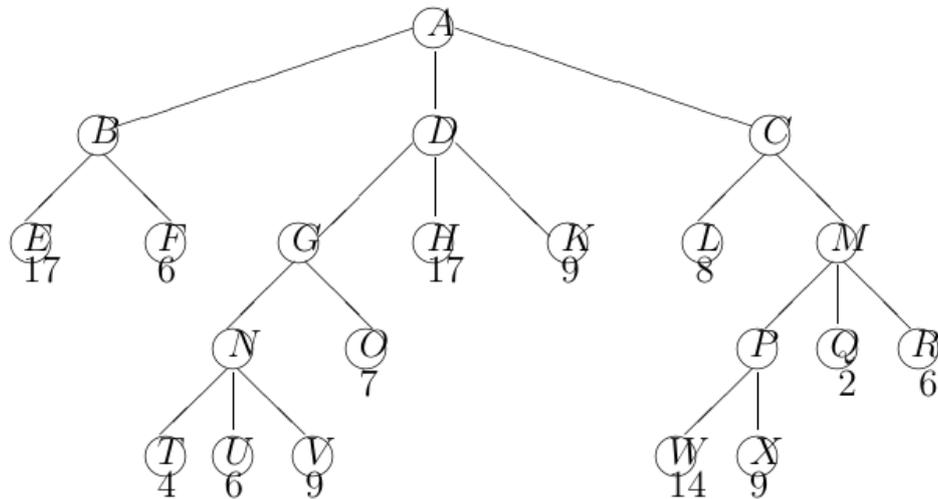
4. Для каждой из следующих ситуаций предложите наиболее подходящий метод поиска. Объясните свой выбор в одном предложении.
  - а) Имеется очень большое пространство поиска с большой степенью ветвления и, возможно, с бесконечными путями. Нет никакой эвристики. Требуется найти путь в целевое состояние с наименьшим числом вершин.
  - б) Пространство поиска не очень большое, но в графе состояний много циклов. Известна стоимость каждого перехода, но эвристика отсутствует. Требуется найти кратчайший путь к цели.
  - в) Пространство поиска представляет собой дерево фиксированной глубины и все цели являются листьями этого дерева. Имеется некоторая эвристика. Требуется дойти до цели как можно быстрее.
  - г) Пространство поиска не очень большое, но в графе состояний много циклов. Известна стоимость каждого перехода и имеется допустимая эвристика. Требуется найти кратчайший путь к цели.
5. Модифицируйте алгоритм поиска в глубину так, чтобы целевая вершина в процессе поиска не помещалась в стек.
6. Постройте систему аксиом, позволяющую агенту получить наиболее полную информацию о положении чудовища, ям и золота по наблюдениям, полученным при движении по миру. Пусть чудовище находится в ячейке (4, 3), ямы — в ячейках (2, 2), (1, 4) и (4, 1), а золото — в ячейке (2, 4). Какие факты о мире становятся известны агенту после маршрута (1, 1) – (1, 2) – (1, 3) – (2, 3) – (3, 3)? Какие сведения о состоянии других ячеек можно формально вывести из этих фактов с помощью ваших аксиом?
7. Написать онтологию для предметной области «Музыкальные CD» на упрощенном варианте языка OWL. В ней должна быть представлена классификация дисков и представленной на них музыки, их авторы, производители, владельцы, основные свойства CD и т.п.
8. Пусть связный неориентированный граф  $G = (V, E)$  задан с помощью предиката  $edge(X, Y, C)$ , где  $X$  и  $Y$  — вершины графа, а  $C$  — вес ребра. Напишите на Прологе программу для вычисления минимального остова графа  $G$ . Вызов  $?- \text{minost}(L, W)$ .  
должен вернуть список  $L$  с ребрами минимального остова и его вес  $W$ .

## Требования к рейтинг контролю (6 семестр)

**Контрольная работа 1.** Темы: алгоритмы поиска, игры. Пример задания:

1. С помощью алгоритма ПОИСК-В-ГЛУБИНУ найдите решение задачи о четырёх ферзях. Очередной ферзь ставится на следующую свободную вертикаль. Сыновья каждой вершины упорядочены от позиций с наивысшим расположением нового ферзя к позициям с наименьшим расположением.

2. Постройте пример такого пространства поиска, в котором итеративный поиск в глубину будет работать существенно хуже обычного поиска в глубину.
3. Пусть задано следующее дерево игры. Листьям приписаны значения эвристической оценочной функции.



Пусть сыновья каждой вершины упорядочены по алфавиту. Определите, в каком порядке будет обходить дерево алгоритм Мини Макс, использующий  $\alpha$ - $\beta$ -отсечение. Какие вершины он не будет рассматривать? Какова оценка позиции A и наилучший ход первого игрока в ней?

За решение задачи выставляется максимум 10 баллов.

**Контрольная работа 2.** Темы: логика предикатов, рассуждения в условиях неопределённости, обработка естественного языка. Пример задания:

1. Найдите наиболее общий унификатор термов:
  - a)  $t1 = f(X, g(X, Y, 5), f(Y, Z, 45))$  и  $s1 = f(f(U, 6, Y), g(V, W, P), X)$ .
  - б)  $t2 = h(X, g(f(Y, Z)))$  и  $s2 = h(g(Y), g(f(g(X), a)))$ .
2. Напишите на Прологе программу для вычисления предиката `unique(L, L1)`, который по входному списку элементов L возвращает в переменной L1 тот же список, из которого удалены все повторные вхождения элементов. Например, вызов
 

```
?- unique([a, b, a, c, b, a, d, c], L1).
```

 возвращает список  $L1 = [a, b, c, d]$ .
3. Априорная вероятность того, что ячейка в мире чудовища содержит яму, равна 0,2. Агент обнаружил, что ячейки  $[1, 1]$ ,  $[1, 2]$ ,  $[2, 2]$ ,  $[2, 1]$ ,  $[3, 2]$  безопасны, а в ячейках  $[2, 1]$ ,  $[3, 2]$  есть ветер. Какова вероятность того, что ячейка  $[4, 2]$  содержит яму?
4. Для следующего предложения постройте размеченную и иерархизованную системы составляющих, глубинную и поверхностную синтаксические структуры:

«Ручеёк поворачивал направо и струился вдоль большого оврага, сливаясь с другими родниками».

За решение каждой из задач 1–3 выставляется максимум 8 баллов. За решение задачи 4 выставляется максимум 6 баллов.

## Вопросы к экзамену

1. Задачи поиска в больших пространствах решений.
  - 1) Алгоритмы поиска с полным перебором: поиск в глубину, поиск в ширину, двунаправленный поиск, итерационный поиск.
  - 2) Эвристические алгоритмы поиска: эвристики на базе оценочной функции, алгоритм «первый из лучших», алгоритм  $A^*$  и его модификации, метод ветвей и границ.
  - 3) Генетические алгоритмы.
  - 4) Градиентный метод. Моделирование отжига.
  - 5) Игры: И-ИЛИ деревья и поиск минимакса, алгоритм альфа-бета отсечения. Программы для игры в шахматы, шашки, го, карточные игры, экономические игры.
  - 6) PSPACE-полнота проблемы QBF. Примеры PSPACE-полных игр.
  - 7) Задачи выполнения ограничений (CSP). Алгоритмы для задачи CSP: поиск с хронологическими возвратами, стратегии сокращения перебора. Эвристики MRV и AC-3.
  - 8) Приближенные и псевдо полиномиальные алгоритмы.
2. Представление знаний и проведение рассуждений.
  - 1) Логика предикатов: синтаксис, семантика, логический вывод и метод резолюций.
  - 2) Продукции: виды продукций, синтаксис и семантика, факторы уверенности.
  - 3) Экспертные системы на базе продукций: алгоритмы вывода и генерации объяснений.
  - 4) Семантические сети и фреймы: виды семантической сетей и фреймов, вывод на семантических сетях.
  - 5) Интернет-языки для представления онтологий и правил: RDF, OWL и RIF.
  - 6) Основы Пролога.
3. Рассуждения в условиях неопределенности.
  - 1) Неопределенные знания.
  - 2) Вероятностная логика.
  - 3) Основные понятия теории вероятностей. Независимые события, условная вероятность, формула полной вероятности, формула Байеса.
  - 4) Применения правила Байеса для нахождения вероятностей.
  - 5) Байесовские сети.
4. Обработка естественного языка.

- 1) Формализмы для представления синтаксиса естественного языка: регулярные выражения, КС-грамматики, категориальные грамматики, N-граммы.
- 2) Системы составляющих и деревья зависимостей.
- 3) Представление значений и семантический анализ.
- 4) Модель «Смысл-текст» и ее применение в машинном переводе.

**Общая сумма** В сумме за все задачи выставляет не более 60 баллов.

За ответ на экзамене выставляется максимум 40 баллов.

## **VII. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Для аудиторной работы**

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 304 (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, экран, комплект аудиотехники (радиосистема, стационарный микрофон с настольным держателем, усилитель, микшер, акустическая система), проектор, ноутбук.

### **Для самостоятельной работы**

Наименование помещений	Материально-техническое оснащение помещений
Ауд. 201а (компьютерная лаборатория ПМиК) (170002, Тверская обл., г. Тверь, пер. Садовый, д. 35)	Набор учебной мебели, доска маркерная, компьютер, сервер (системный блок), концентратор сетевой.

## **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№ п/п	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесённых изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения