

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Механико-математический факультет

**УТВЕРЖДАЮ**
декан механико-
математического факультета
_____/А.И.
Шафаревич /
« 14 » октября 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Теория интеллектуальных систем

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки / специальность:

02.04.01 "Математика и компьютерные науки" (3++)

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Интеллектуальные системы. Теория и приложения

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании Ученого совета механико-математического факультета
(протокол № 7 от 14 октября 2021 года)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 02.04.01 "Математика и компьютерные науки" утвержденного Приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. N 13.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:

дисциплина относится к блоку профессиональной подготовки вариативной части ОПОП ВО.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Для того чтобы изучение дисциплины было возможно, обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Знать: основные понятия, концепции, результаты и методы дискретной математики, теории вероятностей, математического анализа и линейной алгебры.

Уметь: решать стандартные задачи дискретной математики и теории вероятностей.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	Индикатор (показатель) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5. Способен анализировать профессиональную информацию для решения задач в области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров и презентаций с обоснованными выводами и рекомендациями	ОПК-5.1. Применяет принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации для решения задач области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта ОПК-5.2. Анализирует профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров	ОПК-5.1. 3-1. Знает принципы, методы и средства анализа и структурирования профессиональной информации для решения задач области создания и применения технологий и систем искусственного интеллекта ОПК-5.2. У-1. Умеет анализировать профессиональную информацию, выделяет в ней главное, структурирует, оформляет и представляет в виде аналитических обзоров
ПК-3. Способен управлять проектами по созданию, поддержке и использованию систем бизнес-аналитики в организации со стороны заказчика	ПК-3.1. Организует работы по управлению проектами создания, внедрения и использования систем искусственного интеллекта со стороны заказчика ПК-3.2. Организует и руководит коллективной работой по	ПК-3.1. 3-1. Знает возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения ПК-3.1. У-1. Умеет проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения

	созданию, внедрению и использованию систем искусственного интеллекта со стороны заказчика	ПК-3.2. 3-1. Знает функциональность современных инструментальных средств и систем программирования в области создания моделей и методов машинного обучения ПК-3.2. 3-2. Знает принципы построения систем искусственного интеллекта, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта, методы интеллектуального планирования экспериментов ПК-3.2. У-1. Умеет применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки новых методов и моделей машинного обучения ПК-3.2. У-2. Умеет руководить выполнением коллективной проектной деятельности для создания, поддержки и использования систем искусственного интеллекта
--	---	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 32 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 76 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Номинальные трудозатраты обучающегося			Всего академических часов	Форма текущего контроля успеваемости* (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		Самостоятельная работа обучающегося, академические часы		
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа			
Тема 1 Распознавание образов.	10		25	35	опрос
Тема 2 Базы данных.	12		26	38	опрос
Тема 3 Математическая логика.	10		25	35	опрос
Другие виды самостоятельной работы (отсутствуют)	—	—			—
Промежуточная аттестация (экзамен)					
Итого	32		76	108	—

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Тема 1 Распознавание образов.	Моделирование зрительного восприятия. Теорема Козлова об аффинной эквивалентности изображений. Алгебро-геометрические методы распознавания. Модель персептрона Розенблатта. Теорема Новикова. Статистический подход к распознаванию. Байесовское решающее правило.

		Качество и надежность метода минимизации эмпирического риска. Тестовый подход к распознаванию. Линейные тестовые алгоритмы распознавания. Алгоритм Кудрявцева голосования по тестам. Теорема Гильберта-Ансея о числе монотонных функций.
2.	Тема 2 Базы данных.	Реляционная модель данных. Реляционная алгебра. Функциональные зависимости. Полнота системы аксиом вывода. Информационно-графовая модель данных. Понятие информационного графа. Критерий допустимости информационных графов. Критерий полноты базового множества. Сложность информационного графа. Мощностная нижняя оценка. Константный в среднем алгоритм поиска идентичных объектов. Одномерный интервальный поиск. Сложность одномерного интервального поиска в зависимости от базового множества.
3.	Тема 3 Математическая логика.	Язык логики высказываний. Выполнимость и общезначимость формул языка логики высказываний. Алгоритм Квайна проверки общезначимости. Правило резолюции для логики высказываний; его полнота. Исчисление высказываний. Вывод; вывод из списка гипотез. Теорема о дедукции. Теорема о полноте исчисления высказываний. Язык логики предикатов. Формулы и термы. Интерпретация языка логики предикатов. Исчисление предикатов: Формулировки теорем Геделя и Черча. Правило резолюции для логики предикатов.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Примерные задания для самостоятельной работы.

1.1. Существует ли линейный по сложности правильный код для множества геометрических преобразований Γ_2 ?

1.2. Пусть M_A — функция нумерации изображения A , $|A| = n$,

$$r_{i,j} = \sqrt{(X(M_A^{-1}(i)) - X(M_A^{-1}(j)))^2 + (Y(M_A^{-1}(i)) - Y(M_A^{-1}(j)))^2},$$

$$T_A = \{r_{1,2}, r_{1,3}, r_{2,3}, r_{1,4}, r_{2,4}, r_{3,4}, \dots, r_{1,n}, r_{2,n}, r_{3,n}\}.$$

Будет ли код $\langle M_A, T_A \rangle$ правильным для множества преобразований Γ_2 ?

1.3. Будет ли правильным для множества преобразований Γ_3 код, полученный из кода, описанного в упражнении 1.2, делением каждого элемента на $r_{1,2}$?

1.4. Пусть K_A^3, K_B^3 — описанные ранее коды изображений A и B . Оценить сверху сложность алгоритма, выясняющего эквивалентность этих изображений.

1.5. Являются ли аффинно эквивалентными а) два ромба; б) два параллелограмма; в) две трапеции?

1.6. Даны два треугольника $\triangle ABC$ и $\triangle A_1B_1C_1$. Докажите, что существует единственное аффинное преобразование, которое переводит точку A в A_1 , B — в B_1 , C — в C_1 .

1.7. Докажите, что любое аффинное преобразование плоскости можно представить в виде композиции двух растяжений и преобразования подобия.

1.20. Дано: $M_1 = \{(1, 3), (2, 2), (2, 4), (3, 1), (4, 1), (4, 4)\}$;
 $M_2 = \{(1, 4), (1, 5), (2, 5), (3, 4), (4, 2), (5, 3)\}$. Определить, к какому классу относится точка $\xi = (3, 3)$

- а) методом ближайшего соседа;
- б) методом k -ближних (рассмотреть случай $k = 5$).

1.21. Дано: $M_1 = \{(1, 4), (2, 3), (3, 4), (4, 3), (5, 4)\}$;
 $M_2 = \{(1, 1), (2, 0), (3, 1), (4, 0), (5, 1)\}$. Определить, к какому классу относится точка $\xi = (3, 2)$

- а) методом ближайшего соседа;
- б) методом k -ближних (рассмотреть случай $k = 3$).

1.22. $M_1 = \{2, 5, 8\}$, $M_2 = \{3, 4, 7\}$. Определить, к какому классу относится точка $\xi = 6$ методом потенциальных функций. Потенциальная функция имеет вид

$$P(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq -2 \\ x/2 + 1, & \text{если } -2 < x \leq 0 \\ 1 - x/2, & \text{если } 0 < x \leq 2 \\ 0, & \text{если } x > 2. \end{cases}$$

1.23. Даны множества $M_1, M_2 \subset \mathbb{R}^2$. Отнести точку $\xi = (0, 1)$ к одному из классов по методу

- а) ближайшего соседа,
- б) потенциальных функций с потенциалом $P(x, y) = \max(0, 2 - |x| - |y|)$,
- в) потенциальных функций с потенциалом $P(x, y) = \max(0, 5 - |x| - |y|)$,

при условии, что

- а) $M_1 = \{(0, 0), (1, -3), (-1, -3), (2, -2), (-2, -2)\}$,
 $M_2 = \{(1, 2), (-1, 2), (0, 3), (2, 3), (-2, 3)\}$;

1.24. Описать критерий отделимости двух множеств персептроном.

1.25. Какие функции алгебры логики от двух переменных представимы персептроном, а какие – нет? Ответ обосновать.

1.32. Для данной обучающей выборки, заданной парой таблиц (T, T^*) , найти все тупиковые тесты и определить, к какому классу будет принадлежать вектор (1010) , если воспользоваться описанными выше тестовыми функциями, а именно

- а) алгоритмом Журавлева A_1 [29],
- б) алгоритмом Королевой A_2 [29],
- в) алгоритмом Персептрона A_3 [29],
- г) алгоритмом A_4 [29].

при условии, что пара таблиц (T_1, T_2) имеет вид

$$\text{а) } T_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\text{б) } T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

$$\text{в) } T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}, T_2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

1.33. Для обучающей выборки, заданной парой таблиц

$$T_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

$$T_2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

алгоритмами Королевой и Переяславского определить, к какому классу будет отнесен вектор (1100011) ?

1.37. Перечислить все верхние нули и нижние единицы монотонной функции, заданной формулой

а) $x_1x_2x_3 \vee (x_1 \vee x_4)(x_2 \vee x_3),$

б) $(x_1 \vee x_3 \vee x_5)(x_2 \vee x_3)x_4,$

в) $x_1x_2 \vee x_2x_3 \vee x_1x_2x_4.$

2.41. Пусть $X = Y = [0, 1]^2$, $(x_1, x_2)\rho(y_1, y_2) \Leftrightarrow |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| \leq 1/10$. На множестве запросов задана равномерная вероятностная мера. Является ли $\langle [0, 1]^2, V, \rho \rangle$ задачей поиска с коротким ответом, если

а) $V = \{(1/7, 1/7), (1/6, 1/4), (1/5, 5/12), (2/3, 0)\},$

б) $V = \{(0.1, 0.7), (0.2, 0.6), (0.3, 6/11), (0.5, 1/111)\}?$

2.42. Для каких баз данных задача поиска ближайшего соседа, описанная в примере 2.16, будет задачей с коротким ответом и равновероятными тенями записей.

2.43. Пусть $X = Y = [0, 10]^2$, $V = \{(1, 5), (3, 4), (6, 6), (8, 7)\},$

$$(x_1, x_2)\rho(y_1, y_2) \Leftrightarrow |x_1 - y_1| \leq 1 \ \& \ |x_2 - y_2| \leq 1, \quad (2.49)$$

$$f_{a,b}^{c,d}(x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_1 \in [a, b] \ \& \ x_2 \in [c, d], \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Убедиться, что информационный граф, приведенный на рисунке 2.17, решает задачу $I = \langle [0, 10]^2, V, \rho \rangle$, перестроить этот граф в древовидный из класса $\mathcal{D}^I$ по алгоритму, описанному в доказательстве теоремы 27 и проверить, что сложность нового графа не больше, чем у старого, считая, что на множестве запросов задана равномерная вероятностная мера.

2.39. Пусть $I = \langle X, V, \rho_c \rangle$ — задача о близости, где $X = \{1, 2, \dots, N\}$, $V \subseteq X$, ρ_c — отношение поиска, задаваемое соотношением на $X \times V$ и определяемое соотношением (2.12). По аналогии с поиском идентичных объектов постройте ИГ, решающий задачу о близости I методом бинарного поиска. Получите соответствующие оценки сложности.

2.38. Пусть $S_{int} = \langle X_{int}, Y_{int}, \rho_{int} \rangle$ — тип одномерного интервального поиска и на множестве запросов $X_{int} = \{(u, v) : 0 \leq u \leq v \leq 1\}$ задана равномерная вероятностная мера. $V = \{y_1, y_2, \dots, y_k\} \subseteq [0, 1]$. Приведите мощностную нижнюю оценку для ЗИП $I = \langle X_{int}, V, \rho_{int} \rangle$. Оцените сверху полученную величину.

2.40. Пусть $I = \langle X, V, \rho_c \rangle$ — задача о близости, где $X = \{1, 2, \dots, N\}$, $V \subseteq X$, ρ_c — отношение поиска, задаваемое соотношением на $X \times V$ и определяемое соотношением (2.12). По аналогии с поиском идентичных объектов постройте ИГ, решающий задачу о близости I и имеющий константную сложность.

3.1. Какие из следующих выражений являются правильными выражениями (формулами) логики высказываний:

- а) x_1 ;
- б) (x_2) ;
- в) $x_1 \vee x_2$;
- г) $(x_1 \vee x_2)$;
- д) $x_1 x_2$;
- е) $(x_1 \vee x_3) \& (x_1 \vee x_2)$;
- ж) $((x_1 \vee \neg x_2) \vee \neg x_1) \vee x_2$;
- з) $((x_1 \vee \neg x_2) \vee \neg x_1) \vee x_2$;

3.3. Какие из следующих формул логики высказываний общезначимы, а какие — выполнимы:

- а) $(x_1 \vee x_2)$;
- б) $(x_1 \vee (\neg x_1))$;

3.10. Какие из следующих выражений являются правильными выражениями (формулами и термами) логики предикатов:

- а) x_1 ;
- б) $(f_1(x_2))$;
- в) $x_1 \vee x_2$;
- г) $(x_1 \vee x_2)$;
- д) $(P_1(x_1) \vee P_2(x_3)) \& (P_1(x_1) \vee P_2(x_2))$;
- е) $((P_1(x_1) \vee (\neg P_1(x_2)) \vee P_1(x_3)) \& (P_1(x_1) \vee P_1(x_2)))$;
- ж) $((\forall x_1 (P_1(x_1) \vee P_1(x_2))) \& (\forall x_1 (\forall x_2 ((P_2(x_1) \vee P_1(x_2)))))$?

3.13. Указать свободные и связанные вхождения переменных в следующие формулы:

- а) $(\forall x_3 (\forall x_1 (P_1(x_1, x_2) \rightarrow P_1(x_3, x_1))))$;
- б) $((\forall x_1 P_1(x_1, x_3)) \rightarrow (\forall x_3 P_1(x_3, x_1)))$;
- в) $((\forall x_2 (\exists x_1 P_1(x_1, x_2, f_1(x_1, x_2)))) \vee (\neg (\forall x_1 P_2(x_2, f_2(x_1)))))$.

3.18. Доказать, что всякая формула A со свободными переменными $x_1, x_2, \dots, x_n$ общезначима тогда и только тогда, когда общезначима формула $\forall x_1 \dots \forall x_n A$.

3.19. $A_1 = \exists y \forall x \exists z (R(x, y) \& R(x, z))$, $A_2 = \forall z \exists x \forall y (\neg P(y) \vee R(y, x))$, $A_3 = \forall x \forall y (P(x) \vee R(x, y))$, $F = (A_2 \& A_3) \rightarrow A_1$ — формулы логики предикатов. С помощью правила резолюции доказать общезначимость формулы F .

3.20. $A_1 = \forall x \exists y \forall z (P(y, z) \vee P(y, x))$, $A_2 = \exists y \exists x (\neg Q(x) \& P(x, y))$, $A_3 = \exists x \forall y \exists z (Q(z) \& P(z, y))$, $F = A_1 \rightarrow (A_2 \vee A_3)$ — формулы логики предикатов. С помощью правила резолюции доказать общезначимость формулы F .

3.21. Пусть

$$\begin{aligned} A_1 &= \exists x \exists y \exists z (Q(x) \& R(x, y, z)), \\ A_2 &= \exists x \forall y \forall z \forall v (R(x, f(y), z) \vee R(y, f(y), v)), \\ A_3 &= \forall x \exists y \forall z \forall v (P(x, y, z) \vee \neg R(x, z, v)), \\ A_4 &= \forall x \forall y \forall z (\neg R(x, y, z) \vee \neg P(x, y, z) \vee Q(x)), \\ F &= (A_2 \vee A_3 \vee A_4) \rightarrow A_1 — \end{aligned}$$

формулы логики предикатов. С помощью правила резолюции доказать общезначимость формулы F .

Контрольная работа 1. Вариант I.

1. Отнести точку $X(3, 0)$ к одному из классов $A_1 = \{(1, 2), (2, 1), (3, 2), (4, 1), (5, 2)\}$, $A_2 = \{(1, -1), (2, -2), (3, -1), (4, -2), (5, -1)\}$: а) методом ближайшего соседа; б) методом $k = 3$ ближайших.
2. Отнести точку $X(3, 0)$ к $A_1 = \{(4, 0), (7, 1), (7, -1), (6, 2), (6, -2)\}$ или $A_2 = \{(2, 1), (1, 0), (2, -1), (1, 2), (1, -2)\}$ методом потенциалов с потенциальной функцией $P(x, y) = \max(5 - |x| - |y|, 0)$.
3. Для $T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ применить к набору $(0, 0, 0, 0, 0, 0)$ алгоритм Кудрявцева.
4. Найти все нижние единицы и верхние нули функции $f(x_1, \dots, x_5) = (x_2 \vee x_3 \vee x_4)(x_1 x_2 \vee x_5)$.

Контрольная работа N 2 — Вариант I

1. Пусть $S = \langle [0, 1]^2, [0, 1]^2, \rho \rangle$ — тип задач информационного поиска, где $(x_1, x_2)\rho(y_1, y_2) \Leftrightarrow x_1 \leq y_1 \& x_2 \leq y_2 \& |x_1 - y_1| + |x_2 - y_2| \leq 1/7$. Будет ли полным для типа S базовое множество, состоящее из предикатов вида $f_{(a,b)}^i(x_1, x_2) = 1 \Leftrightarrow x_i \in [a, b]$, $i = 1, 2$, $a, b \in \mathbb{R}$? Ответ обосновать.
2. Пусть $X = \{1, 2, \dots, 100\}$, $S = \langle X, X, = \rangle$ — тип поиска идентичных объектов, базовое множество состоит из переключателей $g_a(x)$, принимающих значения 1 и 2 при $x < a$ и $x \geq a$ соответственно, и предикатов $f_a(x) = 1 \Leftrightarrow x = a$. Построить информационный граф, решающий ЗИП $I = \langle X, V, = \rangle$, где $V = \{5, 7, 11, 12, 13, 19, 99\}$.
3. Задача поиска ближайшего соседа. Пусть $X = Y = [0, 10]$, отношение xry точно тогда, когда запись y из V является ближайшей к запросу x . Базовое множество состоит из предикатов вида $f_{a,b}(x) = 1 \Leftrightarrow x \in [a, b]$, $a, b \in \mathbb{R}$. Построить ИГ, решающий ЗИП с библиотекой $V = \{1, 2, 3, 5\}$, со средней сложностью меньшей чем 4, если запросы равномерно распределены по отрезку $[0, 10]$.
4. Для типа $S = \langle \{0, 1\}^4, \{0, 1\}^4, \rho \rangle$ построить полное базовое множество, если $(x_1, x_2, x_3, x_4)\rho(y_1, y_2, y_3, y_4) \Leftrightarrow x_i \sim y_i = 1$, $i = 1, 2, 3, 4$. Построить ИГ, решающий ЗИП $I = \langle \{0, 1\}^4, V, \rho \rangle$, где $V = \{(0, 1, 1, 0), (1, 1, 1, 1), (1, 1, 0, 0), (0, 1, 1, 1), (1, 1, 0, 1)\}$, и вычислить его сложность при условии, что на $\{0, 1\}^4$ задана равномерная вероятностная мера.

Контрольная работа 3. Вариант I.

1. Для формулы логики высказываний $(\neg(x_1 \rightarrow x_2) \rightarrow ((x_2 \& \neg x_3) \rightarrow \neg((x_1 \& \neg x_2) \rightarrow (x_3 \& \neg x_2))))$ методом Квайна выяснить является ли она общезначимой, выполнимой или невыполнимой.
2. Для формулы логики высказываний $(x_1 \vee \neg x_2 \vee \neg x_3) \& (x_2 \vee x_1) \& (\neg x_1 \vee \neg x_3) \& x_3$ с помощью правила резолюции докажите ее невыполнимость.
3. Являются ли следующие выражения правильными выражениями языка логики предикатов: а) $(x_1 \rightarrow x_2)$; б) $f_1(x_1, P_1(x_1, x_2), x_3)$; в) $P_1(x_1, f_1(x_1, f_1(x_1)))$? Ответ обосновать.
4. $F = (\forall x_1 P_1(x_1, x_2) \rightarrow \exists x_2 P_2(x_1, x_2)) \vee P_3(x_1, x_3)$ — формула логики предикатов. а) Подчеркнуть все свободные вхождения переменных в формуле F . б) Вместо каких переменных в формулу F может быть подставлен терм $f_1(x_1, x_3)$?
5. $A_1 = \forall y \exists x (\neg Q(y) \vee P(x, y))$, $A_2 = \forall x \forall y (Q(x) \vee P(x, y))$, $A_3 = \forall x \exists z P(z, x)$, $F = (A_1 \& A_2) \rightarrow A_3$ — формулы логики предикатов. С помощью правила резолюции доказать общезначимость формулы F .

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине, критерии и шкалы оценивания

Программа экзамена:

1. Моделирование зрительного восприятия. Теорема Козлова об аффинной эквивалентности изображений.

2. Эвристические алгебро-геометрические методы распознавания.
3. Модель перцептрона Розенблатта. Теорема Новикова.
4. Статистический подход к распознаванию. Байесовское решающее правило. Качество и надежность метода минимизации эмпирического риска.
5. Тестовый подход к распознаванию. Линейные тестовые алгоритмы распознавания. Алгоритм Кудрявцева голосования по тестам.
6. Теорема Гильберта-Ансея о числе монотонных функций.
7. Реляционная модель данных. Реляционная алгебра. Функциональные зависимости. Полнота системы аксиом вывода.
8. Информационно-графовая модель данных. Понятие информационного графа.
9. Критерий допустимости информационных графов.
10. Критерий полноты базового множества.
11. Сложность информационного графа. Теорема о существовании оптимального информационного графа.
12. Константный в среднем алгоритм поиска идентичных объектов.
13. Одномерный интервальный поиск.
14. Язык логики высказываний. Интерпретация языка. Выполнимость и общезначимость формул языка логики высказываний.
15. Исчисление высказываний. Вывод; вывод из списка гипотез. Теорема о дедукции.
16. Теорема о полноте исчисления высказываний.
17. Семантическое дерево. Алгоритм Квайна проверки общезначимости. Конъюнктивная нормальная форма. Дизъюнкты. Алгоритм Квайна в случае проверки невыполнимости множества дизъюнктов.
18. Правило резолюции для логики высказываний; его полнота.
19. Язык логики предикатов. Формулы и термы. Интерпретация языка логики предикатов. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов. Исчисление предикатов: формулировка схем аксиом и правил вывода. Теорема Геделя о полноте исчисления предикатов (без доказательства).
20. Процедура автоматического доказательства теорем в логике предикатов: приведение формул к предварённой нормальной форме и к сколемовской нормальной форме.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				

Знания (виды оценочных средств: опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

- 1) Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э., Подколзин А.С. Теория интеллектуальных систем: в 4 кн. Книга первая. Распознавание образов. – М.: Издательские решения. 2018. – 153 с. – ISBN 978-5-4493-5156-2 (т. 1), ISBN 978-5-4493-5157-9.
- 2) Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э., Подколзин А.С. Теория интеллектуальных систем: в 4 кн. Книга вторая. Базы данных. – М.: Издательские решения. 2018. – 212 с. – ISBN 978-5-4493-5158-6 (т. 2), ISBN 978-5-4493-5157-9.
- 3) Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э., Подколзин А.С. Теория интеллектуальных систем: в 4 кн. Книга третья. Моделирование логических процессов. – М.: Издательские решения. 2018. – 212 с. – ISBN 978-5-4493-5159-3 (т. 3), ISBN 978-5-4493-5157-9.
- 4) Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э., Подколзин А.С. Введение в теорию интеллектуальных систем. – М.: Изд-во ф-та ВМиК МГУ, 2006.
- 5) Козлов В.Н. Введение в математическую теорию зрительного восприятия. – М.: Изд-во центра прикладных исследований при мех.-мат. ф-те МГУ. 2007.
- 6) Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1974.
- 7) Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: «Физматлит», 2007.

8) Мейер Д. Теория реляционных баз данных. – М.: Мир, 1987.

9) Гасанов Э.Э., Кудрявцев В.Б., Теория хранения и поиска информации. Москва, «Физматлит», 2002..

10) Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М.: Наука, 1971.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства
нет

7.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
нет

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://intsys.msu.ru/>

2. <http://intsys.msu.ru/science/books/>

7.5. Описание материально-технического обеспечения.

Аудитории для проведения лекционных занятий.

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.ф.-м.н., проф. Э.Э.Гасанов.