

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой ИСТ

\_\_\_\_\_ Данилов О. Ф.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

дисциплины: **Теория статистического обучения**

направление подготовки: **09.04.04 Программная инженерия**

направленность (профиль): **Программная инженерия систем искусственного интеллекта**

форма обучения: **очная**

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры Интеллектуальных систем и технологий для направления 09.04.04 Программная инженерия направленность (профиль) Программная инженерия систем искусственного интеллекта

## 1. Формы аттестации по дисциплине

1.1. Форма промежуточной аттестации: зачет

Способ проведения промежуточной аттестации: устный опрос.

1.2. Формы текущей аттестации:

Таблица 1.1

№ п/п	Форма обучения	
	ОФО	
1	Устный опрос	
2	Решение задач	
3	Эссе	

## 2. Результаты обучения по дисциплине, подлежащие проверке при проведении текущей и промежуточной аттестации

Таблица 2.1

№ п/п	Структурные элементы дисциплины		Код результата обучения по дисциплине	Оценочные средства	
	Номер раздела	Дидактические единицы (предметные темы)		Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
1	1	Основные понятия статистики, введение в предмет, особенности статистического машинного обучения. Формула Байеса	31, У1, В1	Устный опрос. Решение задач в малых группах, эссе	Зачет
2	2	Понятие обучаемость, ошибки оценивания. Общая постановка задачи машинного обучения	31, У1, В1	Устный опрос. Решение задач в малых группах, эссе	Зачет
3	3	No free Lunch теорема. Примеры, доказательство	31, У1, В1	Устный опрос. Решение задач в малых группах, эссе	Зачет
4	4	Неравенства концентрации меры: <ul style="list-style-type: none"><li>• неравенство Маркова</li><li>• неравенство Чебышева</li><li>• неравенство Хефдинга</li></ul>	31, У1, В1	Устный опрос. Решение задач в малых группах, эссе	Зачет

## 3. Фонд оценочных средств

3.1. Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по дисциплине, включает в себя оценочные средства для текущей аттестации и промежуточной аттестации.

3.2. Фонд оценочных средств для текущей аттестации включает:

- Вопросы для устного опроса - (Приложение 1)
- Примеры задач (Приложение 2)
- Темы эссе - (Приложение 3)

3.3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации включает:

- Вопросы для подготовки к зачету (Приложение 4)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Вопросы для устного опроса  
по дисциплине «Теория статистического обучения»**

**Первая аттестация:**

1. Основные понятия и термины статистики.
2. Математическое ожидание, доверительный интервал.
3. Распределение Гаусса.
4. Линейная аппроксимация, выбросы.
5. Вероятностный анализ, оценка вероятности.
6. Формула Байеса.

**Вторая аттестация:**

1. Понятие и предмет машинной логики.
2. Понятие машинного обучения.
3. Ошибки оценивания: их разновидности.
4. No free Lunch теорема
5. Следствия No free Lunch теоремы
6. Неравенство Маркова
7. Неравенство Чебышева
8. Неравенство Хеффдинга.

**Критерии оценки контрольных вопросов:**

Максимальный балл – 15

5 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал базовые знание теоретических основ дисциплины

10 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал общее представление о теоретических и практических аспектах изучаемой темы.

15 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал знание теоретических и практических основ дисциплины, самостоятельно и убедительно аргументировал свою точку зрения по рассматриваемому вопросу.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Примеры задач**  
**по дисциплине «Теория статистического обучения»**

**Пример 1**

Пусть событие  $B$  — машина не заводится, а гипотеза  $A$  — в баке нет топлива. Очевидно, что вероятность  $P(B | A)$  того, что машина не заведётся, если в баке нет топлива, равняется единице. Как следствие, апостериорная вероятность, что в баке нет топлива, если машина не заводится, то есть  $P(A | B)$ , равна  $\frac{P(A)}{P(B)}$ , то есть отношению априорной вероятности, что в баке нет топлива, к вероятности, что машина не заводится. Например, если априорная вероятность, что в баке нет топлива, равна 1 %, а вероятность, что машина не заводится, равна 2 %, и случайно выбранная машина не завелась, то вероятность, что в её баке нет топлива, равна 50 %.

**Пример 2**

Пусть вероятность брака у первого рабочего  $p_1 = 0,9$ , у второго рабочего —  $p_2 = 0,5$ , а у третьего —  $p_3 = 0,2$ . Первый изготовил  $n_1 = 800$  деталей, второй —  $n_2 = 600$  деталей, а третий —  $n_3 = 900$  деталей. Начальник цеха берёт случайную деталь, и она оказывается бракованной. Спрашивается, с какой вероятностью эту деталь изготовил третий рабочий?

Событие  $B$  — брак детали, событие  $A_i$  — деталь произвёл рабочий  $i$ . Тогда  $P(A_i) = n_i/N$ , где  $N = n_1 + n_2 + n_3$ , а  $P(B | A_i) = p_i$ .

По формуле полной вероятности

$$P(B) = \sum_{i=1}^3 P(B | A_i)P(A_i).$$

По формуле Байеса получим:

$$P(A_3 | B) = \frac{P(B | A_3)P(A_3)}{P(B)} = \frac{P(B | A_3)P(A_3)}{P(B | A_1)P(A_1) + P(B | A_2)P(A_2) + P(B | A_3)P(A_3)} =$$

$$= \frac{p_3 n_3 / N}{p_1 n_1 / N + p_2 n_2 / N + p_3 n_3 / N} = \frac{0,2 \cdot 900 / 2300}{0,9 \cdot 800 / 2300 + 0,5 \cdot 600 / 2300 + 0,2 \cdot 900 / 2300} = 0,15.$$

**Пример 3**

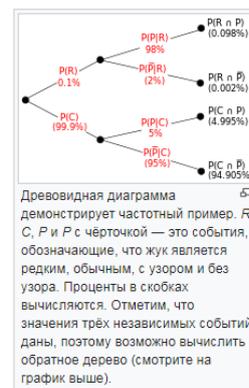
Энтомолог предполагает, что жук может относиться к редкому подвиду жуков, так как у него на корпусе есть узор. В редком подвиде 98 % жуков имеют узор или  $P(\text{Узор} | \text{Редкий}) = 0,98$  ( $P(\text{Pattern} | \text{Rare}) = 0,98$ ). Среди обычных жуков только 5 % имеют узор. Редкого вида жуков насчитывается лишь 0,1 % среди всей популяции. Какова вероятность того, что жук, имеющий узор, относится к редкому подвиду или  $P(\text{Редкий} | \text{Узор})$  ( $P(\text{Rare} | \text{Pattern})$ )?

Из расширенной теоремы Байеса получаем (любой жук может относиться либо к редким, либо к обычному (Common) виду):

$$P(\text{Rare} | \text{Pattern}) = \frac{P(\text{Pattern} | \text{Rare})P(\text{Rare})}{P(\text{Pattern} | \text{Rare})P(\text{Rare}) + P(\text{Pattern} | \text{Common})P(\text{Common})}$$

$$= \frac{0,98 \times 0,001}{0,98 \times 0,001 + 0,05 \times 0,999}$$

$$\approx 1,9\%.$$



### Неравенство Маркова. Пример решения задачи

**Задача.** Среднее количество вызовов, поступающих на коммутатор завода в течение часа, равно 300. Оценить вероятность того, что в течение следующего часа число вызовов на коммутатор: а) превысит 400; б) будет не более 500.

**Решение:**

По условию  $M(X) = 300$ .

а) Воспользуемся формулой (неравенством Маркова)  $P(x > A) \leq \frac{M(X)}{A}$ .

Тогда  $P(x > 400) \leq \frac{300}{400} = 0,75$ , т.е. вероятность того, что число вызовов превысит 400, будет не более 0,75.

б) воспользуемся неравенством Маркова в альтернативном виде:  $P(x \leq A) \geq 1 - \frac{M(X)}{A}$ .

Тогда  $P(x \leq 500) \geq 1 - \frac{300}{500} = 0,4$ , т.е. вероятность того, что число вызовов не более 500, будет не менее 0,4.

### Неравенство Чебышева. Пример решения задачи

**Задача.** Устройство состоит из 10 независимо работающих элементов. Вероятность отказа каждого элемента за время  $T$  равна 0,05. С помощью неравенства Чебышева оценить вероятность того, что абсолютная величина разности между числом отказавших элементов и средним числом (математическим ожиданием) отказов за время  $T$  окажется меньше двух.

**Решение.** Применим неравенство Чебышева  $P(|X - MX| < \varepsilon) \geq 1 - \frac{DX}{\varepsilon^2}$ .

Считаем, что случайная величина  $X$  - число отказавших элементов, она распределена по биномиальному закону с параметрами  $n=10$  (элементов),  $p=0,05$  (вероятность отказа элемента),  $q=1-p=0,95$ . Тогда можно найти  $MX = np = 10 \cdot 0,05 = 0,5$  и  $DX = npq = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,95 = 0,475$ .

Отклонение по условию  $\varepsilon = 2$ .

Тогда оценка вероятности того, что абсолютная величина разности между числом отказавших элементов и средним числом (математическим ожиданием) отказов за время  $T$  окажется меньше двух, имеет вид:

$$P(|X - 0,5| < 2) \geq 1 - \frac{0,475}{2^2} = 0,88125 \approx 0,88.$$

**Ответ:** вероятность не менее 88%.

#### Критерии оценки:

Максимальный балл – 50

0-19 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал базовые знания основных формул. Правильно записал дано.

20-39 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал общее представление о теоретических и практических аспектах темы. Записал дано задачи, записал формулу, пол которой необходимо делать вычисления, ошибся в расчетах.

40-50 баллов – выставляется обучающемуся, если он правильно записал дано задачи, записал нужную формулу и провел правильные вычисления.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Темы эссе  
по дисциплине «Теория статистического обучения»**

1. Классификация статистических данных.
2. Научный закон как главный компонент статистической теории.
3. Функции статистических законов в машинном обучении.
4. Статистические модели..
5. Минимизация ожидаемой ошибки.
6. No free lunch theorem.
7. Регрессионная функция: условное матожидание.
8. Переобучение и недообучение..
9. Разложение ошибки на шум, смещение и разброс.
10. Градиентный спуск, методы оценивания градиента. Функции потерь.
11. Линейная регрессия, метод наименьших квадратов и максимизация правдоподобия.
12. Ковариационная матрица для коэффициентов
13. Логистическая регрессия, максимизация правдоподобия, кросс-энтропия.
14. Кросс-валидация
15. Метод главных компонент и singular spectrum analysis
16. Нейронные сети: общая архитектура
17. Стохастический градиентный спуск

**Критерии оценки за эссе:**

Максимальный балл – 15

5 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал базовые знание теоретических основ дисциплины

10 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал общее представление о теоретических и практических аспектах изучаемой темы.

15 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал знание теоретических и практических основ дисциплины, самостоятельно и убедительно аргументировал свою точку зрения по рассматриваемому вопросу.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Вопросы для подготовки к зачету  
по дисциплине «Теория статистического обучения»**

1. Основные понятия машинного обучения. Основные постановки задач. Примеры прикладных задач.
2. Линейные методы классификации и регрессии: функционалы качества, методы настройки, особенности применения.
3. Метрики качества алгоритм регрессии и классификации.
4. Оценивание качества алгоритмов. Отложенная выборка, ее недостатки. Оценка полного скользящего контроля. Кросс-валидация. Leave-one-out.
5. Деревья решений. Методы построения деревьев. Их регуляризация.
6. Композиции алгоритмов. Разложение ошибки на смещение и разброс.
7. Случайный лес, его особенности.
8. Градиентный бустинг, его особенности при использовании деревьев в качестве базовых алгоритмов.
9. Нейронные сети. Метод обратного распространения ошибок. Свёрточные сети.
10. Кластеризация. Алгоритм K-Means.

**Критерии оценки контрольных вопросов:**

Максимальный балл – 100

61 балла – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал базовые знания теоретических основ дисциплины

76 балла – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал общее представление о теоретических и практических аспектах изучаемой темы.

100 баллов – выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал знание теоретических и практических основ дисциплины, самостоятельно и убедительно аргументировал свою точку зрения по рассматриваемому вопросу.