**Аннотация курса**

**с.н.с. кафедры акустики Физического факультета МГУ К.В. Дмитриева**

**«Теория и практика методов машинного обучения в обработке сигналов»**

Тематика представляемого курса относится к области обработки данных алгоритмами, содержание которых адаптивно по отношению к наборам обрабатываемых ими данных. В последнее десятилетие данное направление получило существенное развитие. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, появились мощные и относительно недорогие системы многоядерных вычислений с использованием графических карт и, позднее, специализированные аппаратные решения для матричных операций (GPU, TPU). В связи с этим стало возможным осуществлять обучение сложных моделей за приемлемое время. Во-вторых, стали доступны большие массивы данных, на которых можно проводить тренировку. В результате удалось добиться серьезных успехов в задачах, связанных, прежде всего, с распознаванием изображений, что вызвало взрывной интерес к теме искусственного интеллекта, рост числа специалистов в этой области и попытки применения разработанных методов в самых разных областях науки и техники, где также был достигнут существенный прогресс. В настоящее время методы машинного обучения нашли свое применение в торговле, логистике, рекламе, недвижимости, экономике и финансах, бухучете, сельском хозяйстве, биотехнологиях, строительстве, образовании, здравоохранении и других областях.

Создание курса преследует следующие цели.

1) Систематизировать в основном уже имеющиеся у слушателей знания в области линейной алгебры, теории вероятности, математической статистики и теории информации в их связи с задачами машинного обучения.

2) Дать представление о разнообразных методах машинного обучения и степени их применимости для задач разного рода.

3) Показать возможности практического применения предлагаемых методов в задачах научного (обработка звуковых сигналов, решение задач медицинской томографии) и прикладного (распознавание изображений и звука, машинный перевод) характера.

Студентам будет полезно иметь представление о рассматриваемых методах машинного обучения, как для их научной работы, так и при будущем трудоустройстве.

**Программа курса**

Тема 1. Введение в машинное обучение. Задачи, подходы, возможности и проблемы.

Тема 2. Математическое введение. Необходимые сведения из линейной алгебры, теории вероятности, статистики, теории информации и численных методов.

Тема 3. Типы признаков. Первичная обработка и визуализация данных. Методы работы с пропущенными данными.

Тема 4. Обучение с учителем и без учителя. Регрессия и классификация. Емкость, переобучение и недообучение. Оптимизация и регуляризация. Гиперпараметры и их выбор.

Тема 5. Байесовский классификатор. Метод максимального правдоподобия. Априорная и апостериорная информация.

Тема 6. Линейные и метрические методы.

Тема 7. Композиции алгоритмов. Бустинг и беггинг. Дерево принятия решений. Случайный лес.

Тема 8. Нейронные сети. Градиентные методы.

Тема 9. Архитектуры нейронных сетей для разных задач. Свёрточные нейронные сети. Глубокие нейронные сети. Генеративные нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети.

Тема 10. Работа с временными рядами. Спектральное оценивание. Фильтрация.

Тема 11. Методы АРСС. Построение прогнозов.

Тема 12. Обучение с подкреплением. Методы Монте-Карло.

**Примерные вопросы к зачету по курсу**

1. Дайте обзор практических задач, которые в настоящее время эффективно решаются с помощью методов машинного обучения. Какие методы применяются в каждом случае? Какие трудности при этом возникают?
2. Расскажите на основе блок-схемы общий принцип систем, основанных на обучении с учителем. Опишите задачи, которые могут быть решены в рамках обучения без учителя.
3. Классифицируйте типы признаков объектов. Для каждого из таких типов расскажите о приемах работы с пропущенными данными.
4. Расскажите о методах визуализации данных и графического анализа.
5. Нарисуйте типичные кривые обучения для обучающей и тестовой выборки. Что такое недообучение и переобучение? Как на них влияет емкость модели?
6. Что такое гиперпараметры модели? Дайте обзор методов их подбора.
7. Что такое регуляризация? Как она влияет на кривые обучения? Приведите примеры часто используемых регуляризаторов. Каково влияние регуляризации на обобщающую способность алгоритма?
8. Сформулируйте понятие функции потерь. Какими свойствами она обладает? В каком случае простая и квадратичная функции потерь приведут к одинаковому результату?
9. Что такое метрика качества? Приведите наиболее часто используемые метрики.
10. Что такое наивный байесовский классификатор?
11. В чем заключается метод максимального правдоподобия?
12. В чем заключается метод максимальной апостериорной плотности распределения? В чем его отличие от метода максимального правдоподобия?
13. В чем заключается метод моментов? Каковы его преимущества и недостатки?
14. Обоснуйте метод наименьших квадратов с помощью метода максимального правдоподобия.
15. Покажите связь между регуляризацией и априорным распределением параметров для модели линейной регрессии.
16. Приведите формулу и нарисуйте блок-схему линейного классификатора.
17. Что такое мультиколлинеарность? Какими методами можно с ней бороться?
18. В чем состоит градиентный метод оптимизации? В чем суть и каково преимущество метода стохастического градиентного спуска?
19. Расскажите об ускоренных градиентных методах.
20. Расскажите о приемах выбор объектов и начальной инициализации параметров модели для ускорения обучения.
21. Дайте обзор метрических методов классификации и регрессии. Какие гипотезы лежат в их основе?
22. Продемонстрируйте связь между метрическими и линейными методами классификации на примере 2 классов.
23. Каким образом устроено дерево принятия решений? В чем заключается алгоритм его обучения?
24. Опишите методы беггинга и бустинга. В чем состоят их сходства и различия?
25. Опишите алгоритм случайного леса.
26. Дайте понятие нейронной сети. Приведите примеры типов слоев, используемых при построении сетей разной архитектуры.
27. Расскажите о методах обучения нейронной сети. Какие проблемы могут возникать при этом?
28. Расскажите о принципах работы сверточных нейронных сетей.
29. Как устроены и с какой целью применяются глубокие нейронные сети? Какие существуют проблемы при их использовании? Каким образом можно адаптировать обученную сеть к решению новых задач?
30. Дайте определение дискретного и непрерывного преобразование Фурье и вейвлет-преобразования.
31. Может ли оконное преобразование Фурье давать лучший или худший результат, чем вейвлет-преобразование? Если да, в каком случае?
32. Какие преимущества у модели АРСС по сравнению с АР и СС?
33. Приведите блок-схему фильтра Калмана и поясните принцип его работы и «обучения».
34. Напишите уравнение Винера-Хопфа и расскажите о принципах построения фильтра Винера.
35. Расскажите и приведите блок-схему обучения с подкреплением.
36. Напишите и поясните уравнение Беллмана.