

# Искусственный интеллект в космических системах

## Разделы курса

### 1. История искусственного интеллекта

Понятие искусственного интеллекта и ключевые исторические события, связанные с его разработкой. Экспертные системы. Фреймы, семантические сети. Процедурные/продукционные модели. Вывод на знаниях. Языки программирования Lisp и Prolog.

### 2. Введение в машинное обучение

Задачи, которые помогает решать машинное обучение. Классификация видов машинного обучения: обучение с учителем, без учителя и с подкреплением, активный и пассивный обучаемый, активное и пассивное окружение, пакетное и онлайн-обучение.

Линейная регрессия. Кривые обучения. Логистическая регрессия, метод опорных векторов, ядерные методы. Метод k-средних. Иерархические методы кластеризации.

### 3. Нейронные сети

Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого распространения, многослойные сети перцептронов, сети радиально-базисных функций, машины с экстремальным обучением, рекуррентные нейронные сети (сеть Элмана, Джордана, модель долгой краткосрочной памяти, управляемый рекуррентный блок), сверточные сети. Универсальные теоремы аппроксимации.

### 4. Алгоритмы обучения

Методы стохастического градиентного спуска (SGD), стохастического градиентного спуска с импульсом (SGDM), скользящего среднего (RMSprop), адаптивной оценки моментов (ADAM). Аспекты машинного обучения: переобучение, недообучение, регуляризация, кривые обучения.

### 5. Обучение с подкреплением

Понятия машинного обучения с подкреплением: среда, агент, состояние, действие, вознаграждение, функция перехода, функция вознаграждения, марковский процесс принятия решений, стационарный процесс, стратегия, оптимальная стратегия. Теорема о существовании оптимальной стратегии. Функция ценности состояния, функция ценности действия. Уравнение Беллмана (с выводом), уравнение оптимальности Беллмана.

Классические методы обучения с подкреплением: итерация по ценностям (value iteration), метод Монте-Карло оценивания стратегии, метод Монте-Карло с изучающими стартами, градиентный метод Монте-Карло, неградиентный метод Монте-Карло без функций ценности, метод временных различий (TD-learning), метод Q-обучения (Q-learning). Роль методов эволюционного программирования для решения задач астродинамики методами машинного обучения.

Теорема о градиенте целевой функции (Policy gradient theorem). Градиентные методы обучения с подкреплением: REINFORCE и REINFORCE с функцией ценности, Advantage Actor-Critic (A2C), Proximal policy optimization (PPO).

## Литература по курсу

- 1) Конспект лекций и материалы, подготовленные автором курса и расположенные по адресу <https://app.wееek.net/ws/616786/document/183>
- 2) Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. — СПб.: Питер, 2000.
- 3) Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. Глубокое обучение / пер. с англ. А. А. Слинкина. — 2-е изд., испр. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 652 с.
- 4) Шалев-Шварц Ш., Бен-Давид Ш. Идеи машинного обучения: от теории к алгоритмам / пер. с англ. А. А. Слинкина. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 436 с.
- 5) Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. Электронное издание. — М.: МЦНМО, 2014. — 304 с.