

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТАРГЕТОВАНОЇ РЕКЛАМИ**MATHEMATICAL SUPPORT OF TARGETED ADVERTISING**

Математичне забезпечення таргетованої реклами базується на використанні алгоритмів машинного навчання, оптимізації, статистики та теорії ймовірностей. Воно дозволяє ефективно аналізувати поведінку користувачів, сегментувати аудиторію та приймати рішення про покази рекламного контенту. Проведемо огляд ключових аспектів:

1. Сегментація аудиторії:
 - Кластеризація. Використовується для поділу користувачів на групи за схожими характеристиками, застосовують наприклад метод К-середніх;
 - Ієрархічна кластеризація (алгоритми агломерації чи поділу);
 - DBSCAN: знаходить кластери за щільністю точок;
 - Факторний аналіз: Метод зменшення кількості змінних для виявлення ключових факторів, що впливають на поведінку користувачів (наприклад, PCA).
2. Рекомендаційні системи:
 - Матричний факторинг. Метод розкладання матриці взаємодії користувачів із контентом (лайки, перегляди);
 - Колаборативна фільтрація: Метод користувачів використовує рекомендації які базуються на схожих користувачах. Метод предметів використовує схожість між елементами контенту. Гібридні методи поєднують в собі контентний аналіз та колаборативної фільтрації для точніших рекомендацій.
3. Алгоритми прогнозування:
 - Регресійні моделі. Лінійна регресія та логістична регресія (для бінарних цілей, наприклад, кліки);
 - Моделі класифікації. Тут застосовують: Древа рішень, Random Forest; Градієнтний бустинг (XGBoost, LightGBM);
 - Нейронні мережі (глибоке навчання для аналізу великих наборів даних).
4. Оптимізація реклами:
 - Моделі аукціонів. Модель Generalized Second Price (GSP): У аукціонах типу Google Ads. – Програматик-аукціони (RTB). Використовується модель Vickrey-Clarke-Groves (VCG), де виграш залежить від ставки та внеску реклами в ефективність кампанії;
 - Бюджетна оптимізація. Максимізація ROI (Return on Investment).
5. Моделювання поведінки користувачів:
 - Аналіз часових рядів. Тут використовуються моделі для вивчення змін активності користувачів у часі;
 - ARIMA: моделювання сезонних і трендових компонент;
 - LSTM (рекурентні нейронні мережі): прогнозування поведінки користувачів у довгостроковій перспективі;
 - Моделі Маркова. Описують імовірність переходів користувачів між різними станами (наприклад, клік, покупка).
6. Глибоке навчання для таргетованої реклами:
 - Word2Vec та Doc2Vec для текстового аналізу (наприклад, опису товарів чи поведінкових патернів);
 - Transformer-архітектури (BERT, GPT) для персоналізації та прогнозування текстової реклами;
 - Графові нейронні мережі (GNN) для аналізу зв'язків між користувачами та контентом у соціальних мережах.

Математичне забезпечення таргетованої реклами використовує складні моделі аналізу та прогнозування поведінки користувачів, вибору оптимальних стратегій і максимізації прибутку. Основні акценти ставляться на персоналізації, прогнозуванні результатів і оптимізації бюджету, що базується на даних.