



Методы Оптимизации в Машинном
Обучении. Правила курса

Даня Меркулов

ФКН ВШЭ

Общая информация о курсе

- Лектор — Меркулов Даниил Максимович (AI4Science, Сколтех, ВШЭ, МФТИ)
- Курс для студентов 3-го курса ПМИ ФКН ВШЭ. 1 лекция + 1 семинар в неделю
- Старт учебной недели — 12 января. Длительность — 20 недель
- Курс проходит в очном формате
- Курс охватывает темы выпуклой и невыпуклой непрерывной оптимизации, особенно мотивированные задачами и приложениями в машинном обучении. Рассматриваются разные темы — от фундаментальных материалов до недавних исследований
- Основная коммуникация происходит через группу в  Telegram
- Команда курса оставляет за собой право внести мелкие изменения в эту презентацию в течение семестра

Оценивание

Оценка за курс вычисляется по следующей формуле:

$$\text{grade} = \text{round} \left(\min \left(10, \begin{bmatrix} 0.15 \\ 0.2 \\ 0.35 \\ 0.3 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \text{Test} \\ \text{HW} \\ \text{Project/Colloquium} \\ \text{Exam} \end{bmatrix} + 0.5 \min \left(1, \frac{\Omega}{10} \right) + 0.5 \cdot \paw \right) \right)$$

- Test, HW, Project/Colloquium, Exam — оценки за соответствующие активности от 0 до 10
- Тесты проводятся (по возможности) на каждой лекции по материалам предыдущей лекции. За пропущенный по неуважительной причине тест ставится 0
- Оценка за тесты считается как среднее арифметическое по лучшим 10 тестам за семестр
- Через несколько недель после начала семестра необходимо выбрать ваш трек оценивания (коллоквиум или проект)
- Во время сдачи коллоквиума/проекта вы должны знать все вопросы из теоретического минимума курса, в противном случае за курс ставится 0
- Ω — количество принятых коммитов в главный репозиторий с учебными материалами
- $\paw = 1$, если пропущены менее 25% семинаров не по уважительной причине. Иначе $\paw = 0$
- Оценка 10 может быть получена только при условии, что все 4 компоненты оценок больше, чем 8

Тесты

- Короткие тесты по материалам предыдущей лекции проводятся в начале или в конце лекции
- Тесты проводятся в Google Forms
- Тесты очные
- Для каждого студента его оценка за тесты считается как среднее арифметическое по лучшим 10 тестам за семестр: если вы написали 12 тестов, то ваша оценка за тесты будет равна среднему арифметическому по 10 самым высоким оценкам из этих 12 тестов

Домашние задания

- Выкладываются на сайте с материалами курса hse26.fmin.xyz
- Сдаются в Google Classroom
- Важно, чтобы вы вступили в класс Google Classroom с настоящим именем, фамилией и фотографией профиля
- Убедитесь, что вы пользуетесь одним Google-аккаунтом для тестов и домашних заданий
- Дедлайны — жесткие, сдвигаться не будут. Убедитесь, что вы не отправляете задание в последние минуты.
- При оформлении решений можно использовать машинописный формат сдачи (quarto, markdown, latex).
- Вы можете оформлять теоретические задачи, например, с помощью планшета красивым понятным почерком. Обратите, пожалуйста, внимание, что в таком случае ассистенту должны быть понятны почерк, оформление, а также качество изображения.
- Домашние задания выдаются по темам лекций, но сдаются не после каждой недели, а группами по несколько недель (примерно раз в месяц)
- Теоретическая часть домашних заданий оформляется в формате .pdf, практическая — в формате .ipynb. Сдавать в Classroom нужно оба файла (допускается сдача одного файла, если были только практические задачи или только теоретические)
- При решении домашних задач вы не можете использовать LLM для написания кода/решения задачи

Коллоквиум

- Коллоквиум пройдёт в конце учебного года (точная дата будет объявлена позднее) и будет включать в себя только материалы по темам прошедших лекций.
- Оценка за коллоквиум складывается из 4 частей:
 - Вопросы по формулировкам — 3 балла
 - Теорема с доказательством — 2 балла
 - Решение задачи — 3 балла
 - Дополнительный вопрос — 2 балла
- Сначала выдаются 6 случайных определения/формулировки из списка. При правильном ответе хотя бы на 3 из 6 определений/формулировок коллоквиум продолжается дальше, и вы получаете $x - 3$ баллов, где x — число правильно отвеченных вопросов. В противном случае за коллоквиум выставляется 0 баллов
- При успешной сдаче определений вам выдается билет, содержащий теоретический вопрос на доказательство, а также задачу. На подготовку к ответу дается 20 минут. Теоретический вопрос на доказательство будет по теоремам из списка. Для подготовки к задачам советуем повторить домашние задания, а также задачи с семинаров. В процессе беседы по предыдущим пунктам экзаменатор может задавать уточняющие вопросы
- После ответа на предыдущие этапы экзаменатор задает дополнительный вопрос, например, задачу или вопрос, связанный с теорией. Ответ на дополнительный вопрос оценивается в 2 балла.

Проект

- Подробная информация о проектах будет выложена на сайте курса
- Проекты выполняются в группах по 2-3 человека. В редких случаях допускается изменение количества участников группы
- Проекты выполняются на протяжении всего семестра
- Идеальным результатом проекта является статья на хорошую профильную конференцию/workshop/научный журнал
- В проекте должна быть хотя бы минимальная содержательная связь с темами курса
- В конце курса мы проведем постерную сессию, на которой каждая команда представит свой постер
- Все члены команды должны активно работать над проектом
- В случае, если у руководителя проекта/ментора/лектора/семинариста будут обоснованные сомнения в том, что член команды принимает активное участие в проекте, его могут попросить сдавать коллоквиум по материалам курса вместо проекта

Экзамен

- Письменный экзамен проводится во время летней сессии
- Экзамен длится 4 часа
- Экзамен состоит из задач по темам курса, а также вопросов по теории

Теоретический минимум курса

- Неравенство Йенсена для выпуклой функции
- Необходимые условия локального экстремума для задачи безусловной оптимизации
- Достаточные условия локального экстремума для задачи безусловной оптимизации
- Функция Лагранжа для задачи условной оптимизации
- Формула итерации метода градиентного спуска
- Формула итерации метода Ньютона
- Формула итерации метода тяжелого шарика
- Что такое батч и эпоха в стохастическом градиентном спуске для задачи минимизации конечной суммы

Материалы

- Boyd S. P., Vandenberghe L. Convex optimization. – Cambridge University Press, 2004.
- Nocedal J., Wright S. J. (ed.). Numerical optimization. – New York, NY : Springer New York, 1999.
- Nesterov Y. et al. Lectures on convex optimization. – Berlin : Springer, 2018. – Т. 137. – С. 576.
- Жадан В. Г. Методы оптимизации. Части 1, 2, 3 // М.: МФТИ. – 2014.
- Сайт с материалами курса hse26.fmin.xyz