

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе
А.А. Воронов
«04» августа 2022 г.

ПРОГРАММА

по дисциплине: **МАТЕМАТИКА БОЛЬШИХ ДАННЫХ**

по направлению подготовки:

03.03.01 «Прикладная математика и физика»

физтех-школа: **ФПМИ**

кафедра: **математических основ управления**

курс: **5**

семестры: **9**

Трудоёмкость:

вариативная часть – 2 зач. ед.,

лекции – 30 часов

Экзамен – 5 семестр

практические (семинарские)

занятия – нет

лабораторные занятия – нет

ВСЕГО АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ – 30

Самостоятельная работа

– 60 часов

Программу составили:

д.ф.-м.н., доцент А.В. Гасников,

д.ф.-м.н., профессор Г.А. Кабатянский,

к.ф.-м.н., доцент М.В. Рахуба,

к.ф.-м.н., Э.В. Горбунов

Программа принята на заседании

кафедры математических основ управления

12 мая 2022 года

Заведующий кафедрой

А.В. Гасников

1. Концентрация меры на сфере (около экватора)

Общая постановка задачи. Теорема Максвелла о скорости распределения молекул газа в сосуде. Неравенства Леви и Пуанкаре. Примеры концентрации равномерной меры на других множествах. Приложения к теории информации.

2. Примеры концентрации меры (случайные графы, группа поворотов, случайные перестановки и т.д.)

Модели случайных графов Эрдёша-Реньи, группы перестановок, поворотов и концентрация равномерной меры на таких дискретных множествах. Неравенство Талаграна.

3. Теорема Джонсона-Линденштраусса.

Сжатие информации с помощью теоремы Джонсона-Линденштраусса. Приложения к построению RIP-матриц в L1-оптимизации.

4. Теоремы Клартага.

Понимание теоремы Клартага как обобщение теоремы Максвелла. Обзор результатов теории концентрации меры (по В.Д. Мильману).

5. Неравенства концентрации меры.

Неравенства Азума-Хефдинга, Немировского, Бернштейна-Фридмана, неравенства для случайных матриц (Тропп, Колчинский и др.). Приложения неравенств концентрации меры к задачам стохастической оптимизации.

6. Малоранговые приближения матриц и векторов.

Матричные нормы. Сингулярное разложение (SVD) и теорема Экарта-Янга-Мирского. Принцип наибольшего объема. CGR разложение и его приложения. Алгоритмы построения малоранговых приближений. Тензорные разложения: каноническое разложение и разложение Таккера, higher-order SVD.

Литература

Основная

1. *Blum A., Hopcroft J., Kannan R.* Foundations of data science. – Cambridge University Press. – 2020.
2. *Bach F.* Learning Theory from First Principles. – 2021.

3. *Тыртышников Е. Е.* Методы численного анализа. – 2007.
4. *Зорич В.* Математический анализ задач естествознания. – Litres. – 2018.

Дополнительная литература

1. *Гудфелло Я., Бенджио И., Курвилль А.* Глубокое обучение. 2-е изд., исправл. М.: ДМК-Пресс. – 2018.
2. *Shapiro A., Dentecheva D., Ruszczyński A.* Lectures on stochastic programming: modeling and theory. – Society for Industrial and Applied Mathematics. – 2014.
3. *Shalev-Shwartz S., Ben-David S.* Understanding machine learning: From theory to algorithms. – Cambridge university press. – 2014.
4. *Bubeck S.* Convex optimization: Algorithms and complexity // Foundations and Trends® in Machine Learning Volume 8 Issue 3-411. – 2015. – P. 231–357.
5. *Duchi J. C.* Introductory lectures on stochastic optimization // The mathematics of data. – 2018. – V. 25. – P. 99-185.
6. *Hazan E.* Lecture notes: Optimization for machine learning // arXiv preprint arXiv:1909.03550. – 2019.
7. *Lan G.* First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning. – Springer Nature. – 2020.
8. *Milman V. D.* The heritage of P. Lévy in geometrical functional analysis // Astérisque. – 1988. – Т. 157. – №. 158. – С. 273-301.
9. *Shen A., Romashchenko A., Rumyantsev A. Y.* Заметки по теории кодирования. – 2017.
10. *Vershynin R.* High-dimensional probability: An introduction with applications in data science. – Cambridge university press, 2018. – Т. 47.

Подписано в печать 04.08.2022. Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 0,2
Уч.-изд. л. 0,2. Тираж 200 экз. Заказ № 624.

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9
Тел. (495) 408-58-22, e-mail: rio@mipt.ru

Отдел оперативной полиграфии «Физтех-полиграф»
141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9
Тел. (495) 408-84-30, e-mail: polygraph@mipt.ru