

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Директор физтех-школы
прикладной математики
и информатики
А.М. Райгородский

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Дисциплина:	Байесовские модели в машинном обучении
Направление:	Прикладная математика и физика
Магистерская программа:	Интеллектуальный анализ данных Физтех-школа прикладной математики и информатики Кафедра проблем передачи информации и анализа данных
Курс:	1
Квалификация:	Магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (Осенний) – Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

практические (семинарские) занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час. всего, в том числе:

задания, курсовые работы: 0 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 75, всего зач.ед.: 2

Программу составили: А.А. Зайцев, кандидат физико-математических наук
Ю.А. Янович, кандидат физико-математических наук
Е.В. Бурнаев, кандидат физико-математических наук, доцент

Аннотация

Байесовские методы активно используются для решения реальных задач в машинном обучении и математической статистике – как параметрической, так и непараметрической. В данном курсе мы рассмотрим детали применения Байесовского подхода для разных моделей машинного обучения, в том числе нейронных сетей. Отдельно мы остановимся на математическом обосновании Байесовской парадигмы как способа статистического вывода – и как это обоснование влияет на конкретные методы.

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Параметрическая Байесовская статистика.

Отличие байесовского подхода к статистическому обучению от вероятностного. Семейства вероятностных распределений. Выбор априорного распределения и классификация априорных распределений. Теорема Басу. Теорема Де Финетти. Асимптотическая нормальность апостериорного распределения (теореме Бернштейна-фон-Мизеса).

2. Использование Байесовской статистики в машинном обучении.

Примеры использования Байесовского подхода для решения задачи регрессии и классификации: машина релевантных векторов, Байесовская логистическая регрессия. Аналитические подходы к приближенному Байесовскому выводу: аппроксимация Лапласа, вариационный вывод. Подходы на основе метода Монте-Карло к приближенному Байесовскому выводу: выборка с отклонением, алгоритм Метрополиса-Хастингса.

3. Непараметрическая Байесовская статистика.

Пространство априорных распределений в непараметрическом случае. Расстояния между распределениями в непараметрическом случае. Распределение Дирихле. Случайный процесс Дирихле. Теоремы о свойствах непараметрических Байесовских оценок.

4. Регрессия на основе Гауссовских процессов.

Регрессия на основе Гауссовских процессов. Использование приближенного Байесовского вывода для классификации на основе Гауссовских процессов и гетероскедастичной регрессии на основе Гауссовских процессов. Адаптивное планирование эксперимента и суррогатная оптимизация на основе Гауссовских процессов. Теорема Бернштейна-фон-Мизеса для регрессии на основе Гауссовских процессов. Гауссовские процессы с точки зрения непараметрической Байесовской статистики.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Bishop C.M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, 2006. Vol. 4. - 738 pp.
2. Ghosh J.K., Mohan D., Tapas S. An Introduction to Bayesian analysis. New York: Springer, 2006. - 366 p.
3. Ghosh J.K., Ramamoorthi R.V. Bayesian nonparametrics. Springer, 2003. - 324 p.
4. Kleijn B., A. van der Vaart, H. van Zanten. Lectures on Nonparametric Bayesian Statistics. Springer, 2013.
5. Lazaro-Gredilla M., Titsias M. Variational heteroscedastic Gaussian process regression. ICML, 2011.
6. MacKay D.J.C. Information theory, inference and learning algorithms. Cambridge university press, 2005. - 640 p.
7. Rasmussen C.E., Williams C.K.I. Gaussian processes for machine learning. Cambridge-London: The MIT Press, 2006. Vol. 1. - 266 p.
8. Spokoiny V. Basics of Modern Parametric Statistics. Springer, 2013. - 239 p.
9. Wasserman L. All of statistics: a concise course in statistical inference. Springer, 2003. - 442 p.

Дополнительная литература

1. Kleijn B., A. van der Vaart, H. van Zanten. Lectures on Nonparametric Bayesian Statistics. Springer, 2013.
2. MacKay D.J.C. Information theory, inference and learning algorithms. Cambridge university press, 2003. - 640 p.