

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Машинное обучение: графические вероятностные модели (осн курс), тр 6 сем
Machine Learning: Graphical Probabilistic Models

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 045385

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сообщение сведений об основных концепциях графических вероятностных моделей и обучения глубоких сетей в объеме, необходимом для общего развития и изучения смежных дисциплин физико-математического цикла. Усвоение основных идей, понятий и фактов о графических вероятностных моделях, методов построения, обучения и анализа глубоких нейронных сетей.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Владение курсом «Основы байесовского вывода».

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Обучающийся должен овладеть теоретическим материалом в объеме, предусмотренном программой, уметь применять полученные знания при решении теоретических и прикладных задач на основе анализа освоенных разделов; уяснить логику и технику построения теории графических вероятностных моделей и обучения глубоких нейронных сетей как фундамента для понимания современных исследований в этих областях, а также для дальнейших самостоятельных исследований. Обучающийся также должен овладеть практическими навыками по основам анализа данных, построению и обучению моделей (в том числе графических моделей и нейронных сетей) на одном из языков программирования с использованием стандартных библиотек, решению прикладных задач анализа данных.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Промежуточная аттестация (экзамен) 4 часа, семинары 30 часов.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																	
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
очная форма обучения																	
Семестр 6	30	30	2					2				48		32		34	4
	2-50	2-25	2-50					2-50				1-1		1-1			
ИТОГО	30	30	2					2				48		32		34	4

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
очная форма обучения						
Семестр 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Графические модели	Лекции	11
		семинары	11
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	
2	Нейронные сети	Лекции	13
		семинары	13
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	
3	Обучение с подкреплением	Лекции	6
		семинары	6
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	
4	Экзамен	промежуточная аттестация (ауд)	2
		промежуточная аттестация (с.р.)	32

Раздел 1: Графические модели

1. Графические модели: определения, обозначения, примеры.
2. Маргинализация в общем виде, вывод на графе без циклов.
3. Вывод на графе с циклами: вариационные приближения.
4. Сэмплирование как метод приближённого вычисления. Методы сэмплирования.
5. Тематическое моделирование и модель LDA.
6. Вывод в моделях со сложными факторами: Expectation Propagation. Байесовские рейтинг-системы.

Раздел 2: Нейронные сети

1. Нейронные сети: перцептрон. Виды функций активации. Обучение одного перцептрона. История развития нейронных сетей.
2. Как обучать сети I: градиентный спуск. Обратное распространение градиента на графе вычислений.
3. Как обучать сети II: как сделать градиентный спуск быстрее и лучше. Метод моментов, методы второго порядка и другие трюки.
4. Регуляризация в нейронных сетях. Дропаут и его мотивация. Другие методы.
5. Рекуррентные сети: базовые архитектуры, LSTM, GRU.

6. Свёрточные сети: архитектуры, методы обучения, приложения.
7. Глубокие сети для обработки текстов I: распределённые представления слов и их приложения.
8. Глубокие сети для обработки текстов II: рекурсивные нейронные сети, сети со стекком, сети с памятью.

Раздел 3: Обучение с подкреплением

1. Обучение с подкреплением: основы, определения, классические алгоритмы.
2. Как работает AlphaGo: обучение с подкреплением на глубоких сетях. DQN.
3. Соединяем байесовский вывод и глубокие сети: нейробайесовские методы.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Посещение лекций и семинаров

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Основная и дополнительная литература

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена категорически запрещено. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт и студент удаляется с экзамена. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. В болонской шкале оценка может быть скорректирована в ту или иную сторону с учетом малозначительных погрешностей изложения или, напротив, углубленного изложения материала.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Период обучения (модуль): **Семестр 6**

Список вопросов к экзамену:

1. Графические модели: определения, обозначения, примеры. Маргинализация в общем виде, вывод на графе без циклов.
2. Вывод на графе с циклами: вариационные приближения.
3. Сэмплирование как метод приближённого вычисления. Методы сэмплирования.
4. Тематическое моделирование и модель LDA.
5. Вывод в моделях со сложными факторами: Expectation Propagation. Байесовские рейтинг-системы.
6. Нейронные сети: перцептрон. Виды функций активации. Обучение одного перцептрона.
7. Как обучать сети: градиентный спуск. Обратное распространение градиента на графе вычислений. Метод моментов, методы второго порядка и другие трюки.
8. Регуляризация в нейронных сетях. Дропаут и его мотивация. Другие методы.
9. Рекуррентные сети: базовые архитектуры, LSTM, GRU.
10. Свёрточные сети: архитектуры, методы обучения, приложения.
11. Глубокие сети для обработки текстов I: распределённые представления слов и их приложения.
12. Глубокие сети для обработки текстов II: рекурсивные нейронные сети, сети со стеком, сети с памятью.
13. Обучение с подкреплением: основы, определения, классические алгоритмы.
14. Обучение с подкреплением на глубоких сетях. DQN и AlphaGo.
15. Соединяем байесовский вывод и глубокие сети: нейробайесовские методы.

Темы для семинаров:

1. Решение задач о графических вероятностных моделях: основы.
2. Решение задач о графических вероятностных моделях: продолжение.
3. Решение задач о вариационных приближениях.
4. Практическое занятие: обработка текстов и тематическое моделирование.
5. Решение задач об аппроксимации сложных факторов в графических моделях.
6. Практическое занятие: введение в практическое обучение нейронных сетей; библиотеки theano и TensorFlow.
7. Практическое занятие: обучение feedforward нейронных сетей.

8. Практическое занятие: сравнение разных вариантов градиентного спуска и методов регуляризации.
9. Практическое занятие: автокодировщики.
10. Практическое занятие: обучение рекуррентных сетей. Языковые модели.
11. Практическое занятие: обучение свёрточных сетей.
12. Практическое занятие: обработка текстов, word2vec, применение распределённых представлений слов.
13. Практическое занятие: глубокое обучение для обработки текстов.
14. Практическое занятие: глубокое обучение с подкреплением.
15. Практическое занятие: вариационный автокодировщик.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, должны вмещать поток в соответствии со списком студентов

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Для проведения занятий требуется проектор для показа слайдов, а также маркерная или меловая доска.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

не требуется

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Маркеры или мел для доски, губка.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. С.И. Николенко, А.Л. Тулупьев. Самообучающиеся системы. М., МЦНМО, 2009.

3.4.2 Список дополнительной литературы

3.4.3 Перечень иных информационных источников

1. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, Information Science and Statistics series, 2006.
2. Kevin Murphy. Machine Learning: A Probabilistic Perspective, MIT Press, 2012.
3. David J. C. MacKay. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms. Cambridge University Press, 2003.

Раздел 4. Разработчики программы

Николенко Сергей Игоревич, кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник ПОМИ РАН, snikolenko@gmail.com