

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Институт информационных технологий, математики и механики  
Кафедра Математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий

**Образовательный курс  
«Введение в глубокое обучение  
с использованием Intel® neon™ Framework»**

**Лекция №6**

**Обучение без учителя. Автокодировщики, машины  
Больцмана, развертывающие сети**

*При поддержке компании Intel*

*Кустикова В.Д.*

Нижний Новгород  
2018

## Содержание

1	Аннотация .....	3
2	Литература .....	3
2.1	Основная литература .....	3
2.2	Дополнительная литература.....	4
2.3	Ресурсы сети Интернет .....	4

# 1 Аннотация

В разделе обсуждаются спекулятивные подходы к снижению объема размеченных данных, которые необходимы для построения эффективно работающих глубоких нейросетевых моделей [3]. Рассматриваемые подходы используются для предварительной настройки весов сети, т.е. построения «хорошего» начального приближения для последующего обучения сети на основании размеченного тренировочного множества примеров, либо для снижения размерности пространства признаков [5, 6]. К таковым относятся автокодировщики, ограниченные машины Больцмана, развертывающие нейронные сети.

**Автокодировщик** (Autoencoder) представляет собой нейронную сеть, которая пытается максимально приблизить значения выходного сигнала к входному, т.е. наилучшим образом аппроксимировать тождественное преобразование. Среди широко известных разновидностей автокодировщиков можно выделить **разреженные автокодировщики** (Sparse Autoencoders) [13], **сжимающие автокодировщики** (Contractive Autoencoder) и **шумоподавляющие автокодировщики** (Denoising Autoencoders) [14]. Автокодировщики можно рассматривать как сеть прямого распространения [3], поэтому для обучения допустимо использовать метод обратного распространения ошибки, основанный на применении градиентных методов оптимизации. В лекции рассматриваются основные методы обучения автокодировщиков. В случае работы с многослойными сетями можно построить **стек автокодировщиков** и обучать каждый автокодировщик последовательно как сеть прямого распространения, что позволит постепенно снижать размерность пространства признаков и настраивать параметры кодирующих слоев.

**Ограниченная машина Больцмана** (Restricted Boltzmann Machine) [1, 7, 8] представляет собой вероятностный аналог автокодировщика. По аналогии со стекком автокодировщиков можно сформировать стек ограниченных машин Больцмана. Если состояния нейронов каждого скрытого слоя зависят от предыдущего и следующего слоя, то такая модель называется **глубокой машиной Больцмана** (Deep Boltzmann Machine, DBM) [4]. После того, как стек ограниченных машин Больцмана обучен, систему можно рассматривать как единую вероятностную модель, называемую **глубокой сетью доверия** (Deep Belief Network, DBN) [9]. Глубокая сеть доверия принципиально отличается от глубокой машины Больцмана. В ходе лекции рассматриваются общие подходы к обучению данной группы моделей.

**Развертывающие нейронные сети** (Deconvolutional Neural Networks) изначально предложены как сверточная разновидность разреженных автокодировщиков, используемых для визуализации карт признаков сверточных нейронных сетей [10]. Позднее идея развертывающих сетей получила широкое применение при решении задачи семантической сегментации [11, 12], поскольку они позволяют на выходе получить карту, сопоставимую по размерам с входным изображением.

В лекции рассматривается пример начальной настройки весов многослойной полносвязной сети с использованием стека автокодировщиков для решения задачи классификации пола человека по фотографии. Разрабатывается исходный код для обучения и тестирования моделей средствами инструмента Intel® neon™ Framework.

## 2 Литература

### 2.1 Основная литература

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс. – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2006. – 1104 с.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика. – 2002. – 344 с.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press. – 2016. – [<http://www.deeplearningbook.org>].

## 2.2 Дополнительная литература

4. Salakhutdinov R.R., Hinton G.E. Deep Boltzmann Machines  
[<http://proceedings.mlr.press/v5/salakhutdinov09a/salakhutdinov09a.pdf>].
5. Hinton G.E., Salakhutdinov R.R. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks  
[<http://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>].
6. Ioffe S., Szegedy C. Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift – [<http://arxiv.org/abs/1502.03167>].
7. Carreira-Perpinan M.A., Hinton G.E. On Contrastive Divergence Learning –  
[<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.443.5593&rep=rep1&type=pdf>].
8. Hinton G.E. A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines  
[<https://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/guideTR.pdf>].
9. Hinton G.E., Dayan P., Frey B. J., Neal R.M. The wake-sleep algorithm for unsupervised neural networks // Science. – 1995. – Vol. 268, pp. 1558–1161.
10. Zeiler M.D., Krishnan D., Taylor G.W., Fergus R. Deconvolutional Networks  
[<http://www.matthewzeiler.com/wp-content/uploads/2017/07/cvpr2010.pdf>].
11. Noh H., Hong S., Han B. Learning Deconvolution Network for Semantic Segmentation  
[<https://arxiv.org/pdf/1505.04366.pdf>].
12. Fu J., Liu J., Wang Y., Lu H. Stacked Deconvolutional Network for Semantic Segmentation  
[<https://arxiv.org/pdf/1708.04943.pdf>].

## 2.3 Ресурсы сети Интернет

13. Ng A. Sparse autoencoder// CS294A Lecture notes  
[<https://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs294a/cs294a.1104/sparseAutoencoder.pdf>].
14. Vincent P., et al. Stacked Denoising Autoencoders: Learning Useful Representations in a Deep Network with a Local Denoising Criterion  
[<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.297.3484&rep=rep1&type=pdf>].