

УДК 004.032.26

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**В.М. ЛУТКОВСКИЙ, Е.В. ЛУТКОВСКАЯ**

*Белорусский государственный университет*

Дан анализ особенностей обучения человека и машины, реализующей искусственную нейронную сеть. Рассмотрена концепция процесса обучения, применимая в условиях удаленности и ограниченности информационных ресурсов. Сформулированы рекомендации по оцениванию объема множества данных для обучения.

Ключевые слова: адаптивные обучающие системы, нейронная сеть, обучение машины, контролируемое обучение.

Компьютерные сети в наши дни широко используются для трансляции лекций и практических занятий, онлайн-тестирования и удаленного доступа к информационным ресурсам, хранимых на университетских серверах. В настоящее время (в условиях пандемии) компьютеры выступают в качестве посредника между студентами и преподавателями, обеспечивая безопасное социальное дистанцирование. Возрастающая нагрузка на компьютерные сети высветила ряд проблем, с которыми сталкиваются студенты, преподаватели и соответствующие

службы технической поддержки. Прежде всего, это снижение качества звукового сопровождения, остановка видеотрансляции или полное зависание компьютеров, требующее их полной перезагрузки. В этой связи вопросы, касающиеся определения приемлемого объема учебных материалов и более эффективного распределения функций между преподавателем и компьютерной системой, представляются актуальными.

Следует отметить, что роль компьютеров в учебном процессе на протяжении последних десятилетий существенно менялась. От компьютерной поддержки обучения (Computer Aided Learning) [1] ведущие зарубежные университеты переходят к концепции адаптивных обучающих систем (Adaptive Learning System) [2].

**Системы дистанционного обучения** (СДО) можно рассматривать как промежуточный этап на пути развертывания полноценных адаптивных обучающих систем, позволяющих передать машине многие функции опытного преподавателя. В их основу положена модель предметной области, отражающая базовые понятия изучаемой дисциплины, и связи между ними. Такие системы уже созданы для тех дисциплин, где базовые понятия можно четко определить (например, для математики и статистики) [2]. Им свойственна объективность, надежность и непрерывный цикл работы (24 часа в сутки и 7 дней в неделю). В них достигнуто быстрое адаптивное тестирование уровня подготовки обучаемых путем создания достаточного множества четко сформулированных вопросов и принятия решений о правильности ответов на эти вопросы. Однако, разработка и внедрение перспективных адаптивных обучающих систем такого класса оправдана только для общих курсов и при большой численности обучаемых, так как требует высоких временных и финансовых затрат. Тем не менее, модели построения современных университетских СДО не могут не учитывать тенденций развития образовательных технологий, использующих компьютерную поддержку [3].

**Модели процесса дистанционного обучения** студентов можно условно разделить на два класса. К первому классу («бизнес-модели») отнесены модели, направленные на организацию учебного процесса. Они акцентируют внимание на выборе платформы и технологии коммуникации, формировании рабочих групп и идентификации отдельных пользователей, оценивании итогов цикла обучения и ряда вопросов, учитывающих финансовые аспекты [4]. Ко второму классу отнесены модели, учитывающие психологические особенности взаимодействия преподавателя и студента. Они позволяют более объективно подойти к подготовке и структурированию выборки учебных материалов, их подаче с учетом особенностей восприятия информации человеком [5] и оцениванию знаний. Концепция процесса обучения, основанная на второй модели, акцентирует внимание на продолжительности этого процесса. С этой целью далее проводится аналогия между обучением человека и «обучением» машины,

моделирующей искусственную нейронную сеть (ИНС), причем во избежание неоднозначности термины в кавычках относятся к ИНС. Опыт авторов, накопленный при моделировании нейронных сетей и в процессе преподавания ряда дисциплин специализации [7, 8], убеждает, что эта аналогия имеет под собой прочную основу. Рассматриваемая концепция облегчает разработку материалов контрольных работ и тестов преподавателям, позволяя сочетать их экспертные знания с формальными требованиями той или иной платформы СДО, и стимулирует студентов к более глубокому пониманию материала вместо простого заучивания.

**Механизмы обучения человека** на протяжении жизни меняются. У новорожденного человека преобладает неконтролируемое обучение, управляемое врожденными механизмами. После появления навыков речи включаются механизмы контролируемого (более быстрого) обучения. Следует также отметить, что мозг человека работает непрерывно, однако если во время бодрствования он в реальном времени обрабатывает текущие звуковые и световые сигналы, то во время сна воспринятая порция данных передается в долговременную память, где структурируется и сохраняется. Это накладывает принципиальное ограничение на максимальный объем информации, усваиваемый человеком за одно аудиторное занятие или один сеанс удаленного обучения.

В теории и практике ИНС этапы «обучения» (тренировки на обучающем множестве) и применения «обученной» машины соответственно разделены во времени. Схемы «обучения» различаются в зависимости от используемых критериев и процедуры подстройки параметров ИНС, однако все они предполагают наличие множества данных, большая часть которого используется для тренировки или «обучения», меньшая – для оценки качества такого «обучения».

**Неконтролируемое «обучение» машины** может быть использовано в случае группировки сырых данных, признаки которых не заданы явно.

Например, параметры связей между «формальными нейронами» в ИНС с использованием специальной процедуры можно настроить так, что машина сможет группировать анализируемые образы (звуки или изображения) в классы (кластеры) с похожими признаками.

**Контролируемое «обучение» машины** иногда называют «обучением с учителем». В этом случае обучающее множество должно представлять собой набор примеров входных воздействий (стимулов) и правильных реакций ИНС на эти воздействия.

В процессе «обучения» подстраиваются синаптические связи между нейронами так, чтобы на всех наборах данных получить минимальную суммарную ошибку (наименьшее количество неправильных ответов). В результате хорошо обученная машина приобретает свойство обобщения: она способна правильно распознавать и классифицировать новые образы, которые не предъявлялись на этапе обучения [7].

*Длительность процесса «обучения»* определяется объемом обучающего множества (количеством примеров, использованных на этапе тренировки), и допустимым уровнем ошибок «обученной» машины. При этом уровень ошибок на этом же тестовом множестве примеров может возрасти после повторного «обучения» машины с использованием нового расширенного обучающего множества.

Как и человек, машина с упрощенной ИНС может «забывать» старый материал, дополнительно обучаясь на новом материале.

Противоречивые требования к механизму накапливания знаний в памяти ИНС согласуются в рамках теории адаптивного резонанса, учитывающей наличие кратковременной и долговременной памяти [7]. Вновь поступающая информация удерживается в кратковременной памяти и сравнивается с различными образами, хранящимися в долговременной памяти. При нахождении в памяти близкого по признакам образа происходит его уточнение с учетом дополнительной информации, в противном случае в долговременной памяти создается новый образ. В результате достигается компромисс между пластичностью и стабильностью нейронной памяти машины, что позволяет накапливать новые знания без разрушения информации, сохраненной ранее.

**Выводы и рекомендации.** Теория ИНС возникла в результате моделирования нервной системы человека, поэтому не удивительно, что рассмотренный упрощенный подход одинаково применим как к машине, так и человеку. Среди ключевых моментов такого подхода, заимствованных из теории обучения машин и ИНС, выделим следующие [10,11]:

- сокращая на каждом цикле обучения объем данных до нижней границы, определяемой количеством настраиваемых синаптических связей, можно ускорить обучение, не теряя при этом способности к обобщению;
- стремление чрезмерно увеличить объем обучающей выборки может привести к проблеме переобучения (хорошие результаты на обучающем множестве и большой процент ошибок на новых данных);
- в качестве отправного момента при построении тестов в СДО можно использовать экспертные знания преподавателя и множество примеров (вопросов с правильными ответами), что позволяет избежать необходимости формулировать сложные критерии для оценивания уровня подготовки студентов.

Список литературы

1. Ringwood, J. Computer Aided Learning in Artificial Neural Networks / J. Ringwood, G. Galvin// IEEE Trans. Educ. 2002. Vol. 45. PP. 380–387.
2. Adaptive Learning System KNewton [Электронный ресурс]. Режим доступа: World Wide Web URL: <https://www.knewton.com/> – Дата 23.10.2020.
3. Вайндорф-Сысоева, М. Методика дистанционного обучения. М. 2019. – 194 с.
4. Debevt, M. A Model for Open Distant Learning/ M. Debevc, A. Tibaut, I. Gerlic // Informatologia. 2003. Vol. 36. P. 289–295.

5. Линдсей, П. Переработка информации у человека / П.Линдсей, Д Норман. – М., Мир, 1974. – 550 с.

6. Лутковский, В. Нейронные сети. Минск. Изд. БГУ, 2003. – 99 с.

7. Лутковская, Е, Лутковский, В. Ускорение процесса обучения – теория и практика. Воронеж. 2017.

10. Shalev-Shwartz, S. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms/ Cambridge University Press. 2014.

11. Микелуччи, У. Прикладное глубокое обучение: Подход к пониманию глубоких нейронных сетей на основе метода кейсов. BHV 2020. – 368 с.

## **MODELS OF NEURAL NETWORKS IN COMPUTER AIDED LEARNING**

V. LUTKOVSKI, K. LUTKOUSKAYA

*Belarusian State University*

Main features of human learning procedures via the machine learning procedures are analyzed. The approach to the training procedure in the case of distant and limited information resources is considered. Directions for dataset volume estimation are formulated.

Keywords: Adaptive Learning Systems, Neural Network, Machine Learning, Supervised Learning.