

## Обучение машин как категория педагогики Сёмочкин А. Н.<sup>1</sup>, Сёмочкин О. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сёмочкин Александр Николаевич / *Semochkin Aleksandr Nikolaevich* – кандидат физико-математических наук, доцент, начальник управления информационных и телекоммуникационных технологий и информационной безопасности;

<sup>2</sup>Сёмочкина Оксана Анатольевна / *Semochkina Oksana Anatolievna* – кандидат педагогических наук, доцент, кафедра физического и математического образования, Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск

**Аннотация:** в статье описана возможность применения в обучении людей в согласовании с принципами педагогики и дидактики подходов, используемых при обучении алгоритмических процедур или машинном обучении.

**Ключевые слова:** обучение машин, человеко-машинный интерфейс, электронное обучение.

Автоматизация учебного процесса стала фактом для многих учебных заведений, государственных и частных. Существуют государственные заказы на комплекты обучающих программ по различным дисциплинам. Соответствующие государственные структуры сертифицируют программные продукты на использование в учебных заведениях, основываясь на методически обоснованных критериях оценки. Использование информационных технологий в обучении предполагает построение моделей процесса обучения. Разложение процесса обучения на элементарные дискретные шаги, интеграция обучаемого в этот процесс и представление различных видов деятельности в виде алгоритмов – один из способов построения формальной модели процесса обучения. Базовым понятием в такой системе является понятие «обучение», которое является категорией педагогики, и задача выявления сущности обучения есть основополагающий вопрос дидактики, раскрывающей закономерности усвоения знаний, умений и навыков. Однако в современном мире понятие «обучение» применимо теперь не только к людям, но и к интеллектуальным машинам. Как известно, одной из фундаментальных задач информатики является разработка, исследование и реализация методов построения алгоритмических процедур преобразования и анализа информации, предназначенных для решения таких информационных задач, для которых соответствующие алгоритмы неизвестны, причем при таком синтезе алгоритмических процедур также используется принцип «обучения» (*machine learning*). Другими словами, если построить строгую математическую модель, формализующую понятие «обучение», которая может быть реализована с помощью вычислительной машины, можно формально изучать свойства этой модели и применять результаты как к обучению людей, так и интеллектуальных машин.

Одними из первых теоретических исследований в области формализации феномена «обучения» алгоритмических процедур были проделаны в 1967 году в работе Голд [1]. Условимся называть алгоритмическую процедуру, которая подвергается «обучению», обучаемым или субъектом обучения. С другой стороны, обучение алгоритмической процедуры предполагает в качестве цели моделирование данной процедурой некоторой функции  $f$  (отображения, понятия, правила). Обучаемый должен выработать гипотезу, то есть смоделировать некоторую функцию  $h$  (отображение, понятие, правило), которая должна быть эквивалентна функции  $f$ . Построение гипотезы обычно осуществляется на основе прецедентов (примеров), то есть небольшого конечного множества пар типа  $(x, f(x))$ .

В модели Голд обучаемый получает последовательность примеров, и от него требуется построить последовательность предположений относительно правил (понятий), лежащих в основе заданной последовательности примеров, такую, чтобы эта последовательность предположений сходилась в единственной точке – предположении, правильно называющем неизвестное правило.

В настоящее время предложено большое количество моделей, формализующих понятие «обучение» алгоритмических процедур, что свидетельствует о поиске модели, наиболее полно отражающей интуитивное понятие «обучение» и эффективной с точки зрения ее практического приложения. Аналогичные исследования проводились в 30-х годах XX столетия с целью построить точную формулировку понятия алгоритм. Напомним, что тогда попытки дать строгое математическое определение алгоритма, согласующееся с интуитивным представлением об алгоритме, привели к выработке сразу нескольких определений (Черч, Пост, Тьюринг, Марков и др.). Впоследствии выяснилось, что все эти определения равносильны между собой и, следовательно, определяют одно и то же понятие.

В работе [2] были предложены следующие интуитивные свойства понятия «обучение»:

1. Обучение есть процесс взаимодействия субъекта и среды.
2. Субъект является исполнителем алгоритма вычисления некоторой функции в рамках среды.
3. Целенаправленность обучения. Целевая функция – это функция, алгоритмом вычисления которой (целевым алгоритмом) должен овладеть субъект в результате обучения.

4. Действия, выполняемые субъектом в среде, определяются законами, действующими в среде - допустимые действия. Целевой алгоритм должен быть построен только из допустимых в среде действий.

5. В результате взаимодействия со средой субъект изменяет исполняемый им алгоритм.

6. Субъект должен овладеть алгоритмом вычисления целевой функции в результате анализа нескольких примеров работы целевого алгоритма на конкретных значениях аргументов этой функции.

Следует отметить, что в данной трактовке понятия «обучение» задача оценки качества результата обучения выносится за рамки этого понятия. Также за рамки выносятся цели обучения, так как понятия обучения с учителем и без учителя здесь не рассматриваются. Учитель здесь может рассматриваться как неразличимый элемент среды, но присутствие целевой функции однозначно предполагается регулярностью среды. И если субъект обучения способен обучиться целевой функции, то рано или поздно, благодаря своему внутреннему устройству и регулярности среды, он овладеет алгоритмом, вычисляющим эту целевую функцию.

Автором [2] также была предложена абстрактная обучающаяся алгоритмическая машина, реализующая упомянутые выше интуитивные свойства. Более того, согласно этому подходу была построена практическая реализация симультанного узнавания визуальных объектов [7]. Одним из принципов, на которых построена данная машина, является следующий: субъект обучения учится алгоритмам, причем этот процесс осуществляется на конечном числе примеров работы этих алгоритмов. То есть, обучение происходит в результате погружения субъекта в среду. С точки зрения обучения людей, например, на уроках математики, роль среды выполняет преподаватель. Ученик, стоя у доски и решая задачу, выполняет некие математические преобразования, за корректностью которых следит преподаватель. Поскольку осознанной или неосознанной целью субъекта является овладение каким-то конкретным алгоритмом, то становится возможным запрограммировать среду обучения, предусмотрев возможные корректные, некорректные действия субъекта и реакцию на них среды. Этот принцип использовался в работах [3, 4, 5].

Обучение, как процесс, представляет собой целенаправленное, организованное с помощью специальных методов и разнообразных форм активное обучающее взаимодействие учителя и учащегося. Процесс обучения можно представить в виде двух взаимосвязанных процессов – процесса преподавания и процесса учения, взаимодействие между которыми осуществляется посредством содержания образования с помощью организационных форм, методов и средств обучения.

Процесс преподавания – это деятельность по организации учения, в результате которой учащийся усваивает содержание образования, и деятельность контроля за ходом и итогами организованного учения. Процесс преподавания предполагает подготовительную деятельность учителя, деятельность по передаче или организации усвоения содержания образования, деятельность по обеспечению обратной связи от учащихся к учителю (то есть контроль за ходом и результатами учения).

Процесс учения – это деятельность учащегося по организации для себя условий усвоения содержания предлагаемой преподавателем части социального опыта. В этот процесс входит деятельность по усвоению содержания образования и деятельность по обеспечению обратной связи.

Как всякая деятельность, процессы преподавания и учения содержат в себе системы действий, осуществляемые учителем и учеником, взаимосвязанные и направленные на выполнение совместных задач, поставленных в процессе обучения.

Формально процесс обучения можно представить в виде графа, вершинами которого являются ситуации, а связями – условные переходы, осуществляемые преподавателем в зависимости от поведения обучаемого в ситуации. Таким образом, цель обучения представляется в виде алгоритма, которым должен овладеть обучаемый. Каждая ситуация представляет собой замкнутую формулировку задачи в рамках предметной области. В общем виде ее можно представить так: «Найти в заданном множестве  $X$  точки  $x$ , удовлетворяющие множеству заданных ограничений  $K(x)$ ». Технологически такая ситуация представляет собой кадр в компьютерной программе, где формулируется вопрос и предоставляется набор инструментов, используя которые, обучаемый моделирует ответ на вопрос в терминах допустимых операций. В зависимости от оценки качества решения осуществляется переход к следующему кадру. Для представления информации в кадре используется текст, графика, мультимедийная поддержка. Выбор дальнейшего продвижения по системе кадров осуществляется посредством условного и безусловного перехода.

Для реализации конкретных типов обучающих алгоритмов используются так называемые методические конструкции. Методическая конструкция [3] – сложно устроенная система способов представления и способов ввода информации в педагогических программных продуктах, позволяющая организовывать различные виды учебной деятельности (интерактивный диалог, управление отображением на экране моделей различных объектов и т.п.) и направленная на реализацию определенных методических целей.

В работе [3] было предложено несколько видов методических конструкций: «подсказка», «книга», «тренажер», «тест», «дифференциатор», «конструктор». Самые простые конструкции, предполагающие

использование гипертекстовых переходов и представление обучающего материала в виде текста и мультимедиа, могут быть реализованы с помощью стандартных информационных технологий типа программного обеспечения подготовки презентаций или технологий на основе HTML. Однако интерес представляют сложные конструкции типа «тренажер», «тест», «дифференциатор» и «конструктор», которые требуют специальных инструментов для представления материала в кадре и организации обратной связи обучаемого с системой. Для решения этих задач авторами была разработана система интерактивного электронного обучения Iskanderus eLearning[6] на платформе Java Platform, Standard Edition.

Система состоит из двух приложений: редактора интерактивных курсов и браузера курсов. Редактор позволяет создавать сценарии интерактивных обучающих курсов, построенных на аппарате методических конструкций, что обеспечивает визуализацию абстрактных процессов путем предъявления пользователю кадров, в которых формулируется задача и предоставляются доступные пользователю операции. Дальнейшее развитие процессов обуславливается оценкой действий пользователя в каждом кадре. Разработанные с помощью редактора интерактивные курсы могут размещаться как локально, так и на WEB сервере. Проигрывание сценариев интерактивных курсов осуществляется посредством браузера курсов.

Описанная выше технология использовалась для интерактивных курсов по нескольким дисциплинам высшей математики в вузе («Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами с квазимногочленом в правой части», «Элементы комбинаторики», «Классическое определение вероятности», «Основные теоремы теории вероятностей» и др.) [10].

Предложенная система интерактивного электронного обучения полностью согласуется с описанными выше интуитивными признаками обучения, так как фактически создается среда для обучения субъекта, обеспечивается ее регулярность и целенаправленность, свобода выбора действий субъекта ограничивается только допустимыми в среде операциями. Более того, так как человек уже обладает способностью обучаться, то он овладевает алгоритмом вычисления целевой функции в результате работы всего с несколькими примерами реализации целевого алгоритма. Именно эти примеры реализации и являются содержанием интерактивных курсов, воплощенных в виде методических конструкций.

Таким образом, стало возможным применить в обучении людей в согласовании с принципами педагогики и дидактики подходы, используемые при обучении алгоритмических процедур или машинном обучении. Также следует отметить направление в создании человеко-машинных интерфейсов [8, 9], когда в технических решениях моделируются общие с человеком виды и формы коммуникации, позволяющие выделять в среде обитания человека в качестве независимых субъектов взаимодействия автономные интеллектуальные машины. И обучение машин в данном случае также является общим с человеком видом взаимодействия [7].

### *Литература*

1. Gold E. M. 1967. Language identification in the limit. Inform. Control 10, 447-474.
2. Сёмочкин А. Н. Об интуитивных свойствах понятия обучения алгоритмических процедур / А. Н. Сёмочкин // Функциональный анализ и математическое моделирование: сборник статей. Благовещенск: Амурский госуниверситет, 2003 г.
3. Сёмочкина О. А. Методика информационной подготовки студентов физико-математических факультетов педагогических вузов: Дисс. канд. пед. Наук / О. А. Сёмочкина. М., 1999.
4. Сёмочкина О. А. О визуализации абстрактных процессов в преподавании математических дисциплин / О. А. Сёмочкина // Материалы межвузовской научно-методической конференции «Университеты в образовательном пространстве региона». – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2009. – Часть 1. – С. 190–194.
5. Сёмочкина О. А., Сёмочкин А. Н. О теоретических основах педагогических программных продуктов. Реализация государственного образовательного стандарта по математике и информатике: достижения, проблемы, перспективы / О. А. Сёмочкина, А. Н. Сёмочкин // Материалы региональной научно-практической конференции / под ред. В. В. Менделя. - Хабаровск: Изд-во ДВГТУ, 2005. – 148 с.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660413 «Система интерактивного электронного обучения Iskanderus-eLearning». Авторы Сёмочкин А. Н., Сёмочкина О. А. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30 сентября 2015 г.
7. Сёмочкин А. Н. Темпьюнк как модель узнавания образов / А. Н. Сёмочкин // Высокие технологии, экономика, промышленность.: Сборник статей Четырнадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике». 4-5 декабря 2012 года, Санкт-Петербург, Россия / под ред. А. П. Кудинова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.

8. *Сёмочкин А. Н.* Адаптивный информационный терминал с функцией распознавания лиц / А. Н. Сёмочкин // *Высокие технологии, экономика, промышленность.*: Сборник статей Шестнадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности и экономике». 5-6 декабря 2013 года, Санкт-Петербург, Россия / под ред. А. П. Кудинова. - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013.
9. *Сёмочкин, А. Н.* Антропоморфный робот как платформа для проведения исследований в области технологий человеко-машинного интерфейса на основе распознавания образов / А. Н. Сёмочкин // *Сборник научных статей по итогам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Общество с ограниченной ответственностью «Редакционно-издательский центр «КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС».* – 2014. – С. 207–208.
10. Электронное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iskanderus.ru/wordpress/?p=112>. – (дата обращения: 22.12.2015).