# Чикадзе Т. Г.

## Что мешает прогрессу? Или, как изменить мир у себя в голове. О новом времени и старых представлениях

Все мы дети своего времени, и каждый из нас носит себе тот образ современности, который соответствовал его молодому возрасту (от 16 до 25 лет). В дальнейшем мы носим в себе этот образ и нередко транслируем окружающим. В этом глубокая прогрессивная роль каждого поколения. Но люди взрослеют, их взгляды становятся жесткими, и в один «прекрасный» момент наши представления начинают воспринимать как безнадежно устаревшие.

Вряд ли с этим можно что-то сделать глобально. Многие куда более глубокие умы исследовали проблемы отцов и детей и приходили к выводу о неразрешимости конфликта поколений, ибо он связан с течением времени, прогрессом общественной мысли и техническим прогрессом.

Но вот, что интересно. С самых давних времен, с самого рассвета человечества старшие – это носители знания. Не будет прогресса, не будь передачи опыта, накопления знаний, навыков, умений, не будь методик передачи всего этого другим. Старший – значит, знающий, опытный, мудрый. Поэтому нет ничего странного в том, что учителя в школе редко бывают молодыми.

Есть еще один фактор, на который хочется обратить внимание, это консервативность современной российской системы образования, которую она силами системных институтов не в силах преодолеть. Эта консервативность связана с необходимостью передачи фундаментальных знаний детям в разных областях науки и культуры. А фундамент – это глубоко, и что более важно мне в этой статье – очень удаленно по времени от современности детей и педагогов.

Для каких-то наук и областей знаний – это не проблема. Например, языки развиваются медленно. Лингвистика как наука перешла из гуманитарной сферы в техническую, и гуманитарного образования эти изменения не коснулись. Ничто не изменилось в истории до новейших времен, и литература школьного курса тоже не меняется в течение десятилетий. Медленно развиваются общественные процессы, искусство и даже фундаментальная математика (хотя это я могла бы оспорить).

И в этих областях школа могла бы давать более свежую пищу для ума своим ученикам. Но есть науки, в которых современность оторвана от школьной программы просто катастрофически. Они развиваются настолько быстро, что времени для создания школьной учебной программы и учебника по этому предмету нужно больше, чем на революцию в этой области знаний, что сделает эту программу и учебник устаревшим хламом раньше, чем он выйдет из-под печатного станка. В приложении к этой статье я привожу некоторый обзор развития и современного состояния упомянутых наук. Чтобы показать, насколько фатально школа отстает от жизни, и как сильно современность наших детей далека от той идеи современности, которую мы им транслируем, обратимся просто к краткому перечню фундаментальных и удивительных открытий и изобретений последних десятилетий.

Семимильными шагами в наш мир вошла робототехника. Появились новые уникальные по свойствам материалы для роботостроения (нитрид галлия, графен), новые источники энергии, новые возможности в сенсорике и способах организации обратной связи. Робототехнические устройства стали умными, научились взаимодействовать с людьми, научились видеть, распознавать зрительные образы, человеческую речь, научились обучаться.

Такой прорыв стал возможен благодаря развитию информатики и вычислительной математики. Теория нейронных сетей позволила вырасти новому направлению - искусственному интеллекту. Нейросети позволили сделать системы обучаемыми, развились многочисленные методы машинного обучения.

О достижениях в естественных и гуманитарных науках говорят нобелевские премии: премия по физике-2013: бозон Хиггса, премия по химии-2014: флуоресцентная микроскопия, премия по медицине и физиологии-2015: лечение малярии и паразитарных инфекций, премия по медицине и физиологии — 2016: аутофагия и т.д.

Я часто спрашиваю себя, какие из этих направлений хотя бы отдаленно отражены в школьной программе? Насколько не только ученики, но и учителя осведомлены об всех этих фантастических вещах, которые уже давно (некоторые более 50 лет назад) стали обыденной реальностью просвещенных?

Ответ – ничего подобного в школьной программе нет даже приблизительно.

Программа по большинству предметов застыла на рубеже XVIII-IX вв. и в подавляющем большинстве случаев не приближается к современности ближе, чем на 30-50 лет.

С моей точки зрения, это одна из самых страшных катастроф, которая могла произойти с системой образования. Знания, которые она дает – не актуальны.

Катастрофична ситуация и с образованием педагогов. Вузы так же работают по устаревшим программам. Нет курсов переподготовки по наиболее быстро развивающимся областям – информатике, биологии, физике, технике. Бюрократия лишает учителей времени на самообучение и развитие. Система требует знания не предмета, а самой себя. Не новые направления науки изучают учителя на курсах, а правила, законы и инструкции. Тем временем, школа теряет смысл как нечто, призванное готовить детей к жизни.

Хочу привести наиболее яркий из примеров, информатику. Как было показано выше за последние 30 лет сменились целые поколения парадигм. Школьные учебники застыли в лучшем случае в конце 90-х гг. прошлого столетия. Школьная информатика – это информатика перфокарт, матричных принтеров и первых несовершенных графических интерфейсов.

Как можно заинтересовать таким предметом ребенка, который с рождения общается с продвинутой техникой, для которого современные гаджеты – это обыденность, с которой он родился?

Что ему может нового рассказать учитель, который застрял сознанием в 80-х гг. и не умеет программировать на языках, свежее Паскаля?

Предмет не просто изменился, он разветвился. Сейчас это уже не одна дисциплина, а несколько огромных самостоятельных областей. И ни одна из них в школе не представлена. Школа готовит к ЕГЭ по информатике, но интереса к предмету привить не может, поэтому ЕГЭ остается невостребованным, а знания, полученные при подготовке к нему – ненужными.

Программирование – один из самых востребованных навыков сегодня в самых разных областях до сих пор считается в школе не нужным, лишним навыком. Хотя в современном мире машин – это абсолютно необходимый навык общения с машиной, способность говорить с ней на одном языке. Практически не используются в обучении возможности компьютерного моделирования. А это могло бы очень помочь детям представить себе многие сложные процессы.

Еще одна катастрофа – школьная программа по математике не включает теорию вероятности и статистику - науки, которые нужны всем, в том числе детям при попытке решать простейшие реальные кейсы на то же Олимпиаде НТИ. Но они не входят в курс математики. Практически не изучаются темы дискретной математики, которые сейчас крайне востребованы во всех областях, где анализируются большие данные.

Другая фантастически изменившаяся область школьных знаний – это биология. Развитие биоинформатики привело к опровержению многих фактов, которые до сих пор печатают в учебниках по биологии, и которым обучают учителей в педагогических вузах. Пример – линнеевская классификация.

Что же делать?

Прежде всего, необходимо, чтобы ситуацию осознали сами педагоги. Это позволит им правильно выбрать образовательную траекторию в рамках своего предмета, позволит создать смешанные коллегии с учителями других предметов.

Самообразование – это самое необходимое условие успешной работы в школе сегодня. Невозможно быть примером для детей, если ты знаешь меньше, чем они. И не умеешь делать то, что умеют они.

Более того, нужно знать больше и уметь гораздо больше, чтобы детям хотелось следовать за нами.

Огромную сложность составляет найти общий язык учителям разных профилей. Наше образование было настолько дифференцированным, что мы попросту говорим на разных языках.

Помочь найти общий язык тоже может самообразование. Не только свою предметную область нужно знать, но и соседние – что в них происходит сегодня, чтобы иметь возможность возглавить научную работу или актуальный проект, а не пытаться детям навязывать темы, в которых разбираемся мы, но которые им неинтересны и которые объективно неактуальны.

Где взять время?

А вот это уже дело руководящих сил – освободить учителей от бумажной работы. Системы автоматизации рутинной работы уже давно существуют, и их адаптация к работе учителя не займет много времени и средств.

Мы еще можем все вместе спасти нашу школу. Но нам потребуются усилия. Прежде всего, по преодолению собственной инерции и конформизма.

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Некоторый перечень удивительных и фундаментальных открытий и изобретений в области техники.

Часть 1. Робототехника

1.1. Новые материалы

Робототехника не может развиваться без радикальных перемен в науке о материалах. В свою очередь это связано с развитием физики и химии, о которых речь пойдет ниже. Особое внимание следует уделить двум перспективным материалам:

* нитрид галлия (GaN), который может успешно заменять кремний для производства транзисторов;
* графен, супертонкий и суперпрочный материал, из которого можно производить исполнительные приводы роботов, новые аккумуляторы и много чего еще.

Нитри́д га́ллия — прямозонный полупроводник с широкой запрещённой зоной — 3,4 эВ (при 300 K). Используется в качестве полупроводникового материала для изготовления оптоэлектронных приборов ультрафиолетового диапазона. Имеет повышенную устойчивость к ионизирующему излучению (также, как и другие полупроводниковые материалы — нитриды III группы), что перспективно для создания длительно работающих солнечных батарей космических аппаратов. Этот материал становится всё более привлекательным для создания приборов, применяемых в усилителях мощности СВЧ.

Графен — это один слой решетки углерода толщиной в 1 атом. Отсюда — его первое уникальное свойство: самый тонкий.

* В 60 раз тоньше мельчайшего из вирусов
* В 3 тыс. раз тоньше бактерии
* В 300 тыс. раз тоньше листа бумаги

Такую структуру графен приобретает за счет sp2-гибридизации. Дело в том, что на внешней оболочке атома углерода расположены четыре электрона. При sp2-гибридизации три из них вступают в связь с соседними атомами, а четвертый находится в состоянии, которое образовывает энергетические зоны. В результате графен еще и прекрасно проводит электрический ток.

Уникальность графена в том, что он обладает такой же структурой, как и полупроводники, при этом он сам проводит электричество — как проводники. А еще у него высокая подвижность носителей заряда внутри материала. Поэтому графен в фото- и видеотехнике обнаруживает сигналы намного быстрее, чем другие материалы.

Графен обладает хорошей теплопроводностью, гибкостью и упругостью, он на 97% прозрачный. При этом, графен — самый прочный из известных материалов: прочнее стали и алмаза.

1.2. Новые источники энергии

Для развития робототехники нужны прорывные технологии в энергообеспечении роботов. Необходимо совершенствование нынешних литиевых аккумуляторов, создание новых элементов питания на основе водорода и прочее. Также нельзя забывать и об альтернативных, возобновляемых источниках энергии. Наконец, может быть реализована технология дистанционной подзарядки робота, например, от встроенных в пол или стены источников энергии.

1.3. Взаимодействие групп роботов и людей

Речь идет о системах управления беспилотным трафиком. Чтобы избежать несчастных случаев и аварий, транспортные роботы должны иметь канал взаимосвязи как с человеком, так и друг с другом.

Роботы должны понимать, что они делают и куда они двигаются не только в нормальных для человека условиях, но и там, куда люди просто так попасть не смогут: например, в горах или на морском дне.

Кроме этого, нельзя исключать ситуации, когда робот останется вообще без связи (например, под землей или при поломке спутника). И на этот случай ведутся разработки полностью автономных систем навигации для беспилотных устройств.

Такие разработки ведутся и за рубежом, и в России. Здесь, конечно, нужно упомянуть систему управления трафиком и контроля применения малых беспилотных авиационных систем НП «Глонасс» [1]. И это далеко не единственная система такого типа.

1.5. Машинное обучение

Развитие нейросетей и их алгоритмов обучения в ближайшем будущем приведет к скачку в сфере «умных» роботов, которые используются на наиболее важных для человека направлениях производства. Это произойдет за счет:

* повышения эффективности использования нейросетей, усложнения их архитектуры или снижения энергопотребления;
* обучения алгоритмическим процедурам вместо жесткого программирования, что упростит, а значит, и ускорит процесс получения машиной навыков;
* массовое внедрение облачных сервисов для машинного обучения;
* совершенствование двигательных действий роботов благодаря технологиям искусственного интеллекта.

1.6. Человеко-машинное взаимодействие

Взаимодействие роботов и людей в ближайшее время будет развиваться по четырем основным направлениям (и уже существующие прототипы помогут этому):

* робот как инструмент, повторяющий возможности человека (например, экзоскелеты и протезы);
* робот как инструмент, расширяющий возможности человека;
* робот-аватар, то есть машина, дистанционно управляемая человеком в труднодоступных местах;
* социальное взаимодействие с человеком, например, голосовые помощники и чат-боты.

1.7. Манипуляционная робототехника

Увеличивать возможности и снижать издержки манипуляционной техники позволит развитие программного обеспечения.

В первую очередь речь идет о совершенствовании обратной связи сенсоров [2]. Робот, захватывая объект, должен будет детально сообщать оператору его вес, размеры, силу сжатия и т.д. Также новые компьютерные технологии позволят программировать более сложные траектории движения манипуляторов.

1.8. Сенсорика

Одно из определений понятия «робот» гласит, что это машина, которая умеет воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров, обрабатывать полученные таким образом сигналы и соответствующим образом реагировать. Удешевление, упрощение и совершенствование возможностей сенсорики [3] — один из ключевых трендов развития робототехники в ближайшие годы.

1.9. Робосимуляторы

Чтобы обучать роботов, нужны большие объемы данных. Чтобы их получать, необязательно строить модель робота — иногда это может быть экономически невыгодно, иногда даже опасно для человека. Современные технологии программирования позволяют создавать компьютерные симуляторы роботов с хорошим уровнем автоматизации [4].

Часть 2. Информатика и вычислительная математика

В век информационных технологий, человеку требуется обрабатывать очень интенсивные потоки данных, где часто приходится выполнять монотонные действия, и поэтому ему требуется помощь в виде системы, которая смогла бы быстро выполнять их, этой системой является алгоритм по автоматизации процесса, исполнителем которого может стать компьютер или робот на производстве.

2.1. Создание ИИ

Чтобы теперь перейти к ИИ нужно понять, что же такое интеллект вообще?

По Линде Готтфредсон, интеллект — это весьма общая умственная способность, которая включает возможность делать заключения, планировать, решать проблемы, абстрактно мыслить, понимать сложные идеи, быстро обучаться и учиться на основании опыта.

Ф. Н. Ильясов определяет интеллект как «способность системы создавать в ходе самообучения программы (в первую очередь, эвристические) для решения задач определенного класса сложности и решать эти задачи».

В начале XX в. Чарльз Спирман показал, что если человек хорошо решает одни задачи, то он успешен и в решении других, то есть, что все интеллектуальные способности статистически связаны.

В 1623 г. изобретатель Вильгельм Шикард (нем. *Wilhelm Schickard*) построил первую механическую цифровую вычислительную машину, за которой последовали машины Блеза Паскаля (1643) и Лейбница (1671). Лейбниц также был первым, кто описал современную двоичную систему счисления, хотя до него этой системой периодически увлекались многие великие ученые. В 1832 г. коллежский советник С. Н. Корсаков выдвинул принцип разработки научных методов и устройств для усиления возможностей разума и предложил серию «интеллектуальных машин», в конструкции которых, впервые в истории информатики, применил перфорированные карты. В XIX в. Чарльз Бэббидж и Ада Лавлейс работали над программируемой механической вычислительной машиной.

В 1910-1913 гг. Бертран Рассел и А. Н. Уайтхэд опубликовали работу «Принципы математики», которая произвела революцию в формальной логике. В 1941 г. Конрад Цузе построил первый работающий программно-управляемый компьютер. Уоррен Маккалок и Уолтер Питтс в 1943 г. опубликовали A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity [7], который заложил основы нейронных сетей.

В 1943 г. в своей статье «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности» У. Мак-Каллок и У. Питтс предложили понятие искусственной нейронной сети. В частности, ими была предложена модель искусственного нейрона. Д. Хебб в работе «Организация поведения» 1949 г. описал основные принципы обучения нейронов. Эти идеи несколько лет спустя развил американский нейрофизиолог Фрэнк Розенблатт. Он предложил схему устройства, моделирующего процесс человеческого восприятия, и назвал его «перцептроном» (англ. *perceptron* от лат. *perception* — восприятие; нем. *Perzeptron*). Перцепторон простыми словами — это модель нейрона, описанная на языке математики, ещё эту модель называют «кибернетическим мозгом». Логическая схема перцептрона с тремя выходами показана на рисунке выше.

2.2. Создание нейронных сетей

Искусственная нейронная сеть (ИНС) или нейросеть — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

Реализация ИИ происходила путем создания нейросетей, которые затем обучали выполнению конкретной задачи. Этот подход называется машинным обучением.

2.3. Методы машинного обучения

2.3.1. Обучение с учителем (Supervised learning)

Суть этого метода заключается в следующем. Есть множество объектов (ситуаций) и множество возможных ответов (откликов, реакций). Существует некоторая зависимость между ответами и объектами, но она неизвестна. Известна только конечная совокупность прецедентов — пар «объект, ответ», называемая обучающей выборкой.

На основе этих данных требуется восстановить зависимость, то есть построить алгоритм, способный для любого объекта выдать достаточно точный ответ. Для измерения точности ответов определённым образом вводится функционал качества (или система определения качества). Под учителем понимается либо сама обучающая выборка, либо тот, кто указал на заданных объектах правильные ответы.

2.3.2. Обучение без учителя (Unsupervised learning)

Изучает широкий класс задач обработки данных, в которых известны только описания множества объектов (обучающей выборки), и требуется обнаружить внутренние взаимосвязи, зависимости, закономерности, существующие между объектами. Этот метод противопоставляется обучению с учителем.

2.3.3. Обучение с подкреплением (Reinforcement learning)

Этот метод заключается в идее того, как агент (какой-либо организм) должен действовать в окружении, чтобы максимизировать некоторый долговременный выигрыш. Алгоритмы с частичным обучением пытаются найти стратегию, приписывающую состояниям окружающей среды действия, которые должен предпринять агент в этих состояниях.

2.3.4. Байесовская сеть (Bayesian network)

Суть этого метода заключается в том, что существует множество переменных и их вероятностных зависимостей по Байесу (теорема Байеса [8]). Например, байесовская сеть может быть использована для вычисления вероятности того, чем болен пациент, по наличию или отсутствию ряда симптомов, основываясь на данных о зависимости между симптомами и болезнями. Математический аппарат байесовых сетей создан американским учёным Джудой Перлом, лауреатом Премии Тьюринга (2011).

2.3.5. Бустинг (Boosting)

Бустинг (англ. boosting — улучшение) процедура направленная на последовательное построение композиции алгоритмов машинного обучения, когда каждый следующий алгоритм стремится компенсировать недостатки композиции всех предыдущих алгоритмов.

**ИИ и современный мир**

Искусственный интеллект уже давно перестал быть мечтой человечества. Очень многие сегодня его побаиваются, а многие – ежедневно используют в своей работе. Ясно одно – это уже не завтрашний, а сегодняшний день. Будущее уже наступило. И его невозможно игнорировать.

Сегодня искусственный интеллект применяется во многих областях человеческой жизни - от распознания болезней до предложения товара в интернете. Это область тесно связана с робототехникой и анализом данных. Используется практически во всех областях, где существуют огромные потоки данных – экономике, логистике, метеорологии, медицине.

**Источники**

1. Система управления трафиком и контроля применения малых беспилотных авиационных систем НП «Глонасс» <https://www.glonass-iac.ru/content/news/?ELEMENT_ID=1632>
2. О совершенствовании обратной связи сенсоров <https://digitech.ac.gov.ru/technologies/virtual_and_augmented_reality_technologies/interfeysy-obratnoy-svyazi-i-sensory-dlya-vr-ar>.
3. О доступности и совершенствовании возможностей сенсорики <https://intellect.icu/sensorika-robotov-sistema-chuvstvitelnykh-datchikov-5290>
4. О компьютерных симуляторах <http://edurobots.ru/2020/05/virtual-toolkits/>
5. О новых двигателях и редукторах в приводах <https://nanojam.ru/news/7_populyarnih_privodov_dlya_robotov>
6. О появлении систем автоматического проектирования <https://exponenta.ru/robotics>
7. A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity
8. Байесовская сеть (Bayesian network). Теорема Байеса <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%91%D0%B0%D0%B9%D0%B5%D1%81%D0%B0>