

**Артамонов В.А.**

д.т.н., профессор, академик Международной академии информационных технологий, Минск  
artamonov@itzashita.ru

**Артамонова Е.В.**

к.т.н. (PhD), член-корреспондент Международной академии информационных технологий, Минск  
admin@itzashita.ru

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В НАУКЕ И МИРОЗДАНИИ: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

**Ключевые слова:** искусственный интеллект (ИИ), нейросети, глубокое машинное обучение, наука, мироздание, кризис в математике, ИИ в физике, биологии, кристаллографии и неорганической химии, историческая наука и ИИ, когнитивные технологии ИИ, безопасность научных данных.

### Введение

Пожалуй, нет другой научно-технологической области в современной экономике, с которой были бы связаны настолько завышенные ожидания как искусственный интеллект (ИИ).

ИИ мифологизирован, не в последнюю очередь благодаря фантастике – романам Айзека Азимова и Артура Кларка, философским трактатам Юлиа Харари, фильмам «Терминатор» и «Матрица». От него ожидают то ли апокалиптического будущего для цивилизации, то ли появления сверхума, который немедленно овладеет всеми тайнами мироздания. Но есть ли в этой сфере место мистике, и каковы прогнозы развития этого продукта четвёртой промышленной революции (Индустрия 4.0) на самом деле?

Технологии ИИ проникают во все сферы жизни. Наука — не исключение. Ученые начинают использовать машинное обучение все активнее, и в этой области уже есть реальные научные достижения. Но это лишь прелюдия: ИИ появился не для того, чтобы просто помочь с расчетами, текстами и ответами на запросы пользователей. Его роль в будущем масштабнее — он усилит наше мышление, указывая на взаимосвязи, которые человеческому уму на первый взгляд не видны. Это приведет к изменению самой науки, как способа познания мира.

Учёные полагают, что у нее появится новый способ проникнуть в ещё неизведанные тайны мироздания<sup>1</sup>.

Условия для таких перемен уже почти созрели. Поток данных, который скоро захлестнет науку, поставит ученых в положение, в котором прежние поколения не оказывались, ведь раньше данных всегда не хватало. Теперь же, например, в космологии и физике в ближайшее десятилетие появятся огромные массивы данных от ускорителей, токамаков и телескопов. Один только радиотелескоп Square Kilometer Array, запуск которого запланирован на вторую половину 2020-х, будет ежегодно генерировать примерно столько же трафика, сколько недавно давал весь Интернет. Еще один растущий поток данных пойдет из биоинформатики и нейробиологии.

Другая тенденция — вал научных публикаций. Сегодня один ученый не в силах отследить и прочесть все статьи, выходящие по его (ее) узкой тематике. Приходится выбирать только те, что на виду и активно цитируются. Поскольку так поступают все, то лавина новых публикаций лишь укрепляет наиболее цитируемые статьи, фактически замедляя научный прогресс. Для человека уже невозможно физически разобрать большую долю работ и оценить изложенные в них идеи, даже если тратить все время только на чтение.

Но и сама научная инфраструктура (ускорители, симуляции процессов, базы данных) вскоре достигнет таких масштабов и сложности, что управлять ей в реальном времени с помощью простых правил и процедур не получится. Кроме того, ученые исследуют климат, экономику, экосистемы, психику человека. Иными словами, то, над чем работают ученые, и то, на чем они работают, становится чрезвычайно сложным и запутанным. Прежние методы науки не рассчитаны на такую сложность. Так что когнитивные технологии ИИ в виде нейронных сетей пришли как раз вовремя.

### ИИ в решении проблем математики

На протяжении большей части XX столетия в «чистой» платоновской математике<sup>2</sup> царил замечательное единодушие относительно того, как нужно представлять результаты. Весь предмет сводился к комплексу теорем, каждая

<sup>1</sup> Артамонов В.А., Артамонова Е.В. Искусственный интеллект в науке, медицине и кино // Проблемы создания информационных технологий. Сб. научных трудов / Под ред. В.А. Сычика. – Мн.: ГП «Информационно-вычислительный центр Белстата», 2023. – Вып. 33. – С. 20-26.

<sup>2</sup> Платонизм в философии математики (или математический платонизм) – это метафизическая точка зрения, согласно которой существуют абстрактные математические объекты, существование которых не зависит от нас, нашего языка, мышления и практики. Как электроны и планеты существуют независимо от нас, так и числа, и множества.

из которых, в конечном счете, выводилась из фиксированного набора аксиом путем строгого логического доказательства. В отдельных разделах математики справедливость аксиоматики выглядела самоочевидной, однако во многих случаях аксиомы попросту очерчивают рассматриваемую область вопросов. Для математиков, если только они не выходили за рамки математики, выступая в роли философов-любителей, принципиального различия между изобретением и открытием новых концепций не было.

Однако в настоящее время в математической науке полного единодушия не наблюдается: конструктивисты признают лишь строгое, алгоритмически доказуемое понятие существования, которое более приемлемо с точки зрения прикладной математики, математического анализа, теории числовых методов и математической логики, нежели с точки зрения «чистой» абстрактной математики.

Работы Курта Гёделя<sup>1</sup> в 1930-е годы привели к первому кризису платоновской математики<sup>2</sup>. Он продемонстрировал, что в рамках любой достаточно богатой системы аксиом, найдутся утверждения, которые невозможно ни доказать, ни опровергнуть. Он же установил недоказуемость непротиворечивости арифметики. Им было доказано, что континуум-гипотеза либо истинна, либо ложна, вне зависимости от нашей способности доказать или опровергнуть ее. Теоремы Гёделя носят чисто технический характер и не проводят принципиальной границы между истиной и доказуемостью в чисто математическом понимании, без привнесения элемента внешних философских предпосылок использования ИИ для разрешения данного противоречия. Вместе с тем, в 1970-х годах в математике произошли новые кризисы, столь же непредсказуемые, как и кризис, вызванный работой Гёделя. Новые кризисы связаны с проблемой переусложненности: доказательства стали настолько длинными и сложными, что ни один ученый не взял бы на себя смелость однозначно подтвердить или опровергнуть их правильность. Например, более двух сотен страниц доказательства одной теоремы из теории групп проверяли нейросетью Соq.

Математика становится сложнее, длина доказательств растет, и неизвестно, справится ли разум человека с такой нарастающей сложностью в будущем. Эти кризисы в философской литературе широко не обсуждались, хотя, как раз именно они сказались на математическом мышлении и отношении математиков к своей науке значительно серьезнее, чем кризис, вызванный теоремами Гёделя. Наконец-то апологеты платоновской математики осознали необходимость кибернетического подхода в виде применения нейронных сетей глубокого машинного обучения для решения проблем переусложненности доказательств. Вполне вероятно, что ИИ станет не просто помощником, но и коллегой — будет открывать и затем доказывать новые теоремы.

## ИИ в решении фундаментальных проблем физики

Что касается физики, то ученые уже используют машинное обучение для анализа данных, полученных в ходе экспериментов на Большом адронном коллайдере, от нейтринных детекторов и наблюдений темной материи. И открыто признают, что ИИ должен им помочь в поисках концепций новой фундаментальной физики. Здесь потребуются «ловить иголки в стоге сена», т.е. в огромном объеме многомерных данных замечать очень редкие и тонкие аномалии. Они и приведут к новой физике за пределами существующей стандартной модели.

Также искусственный интеллект играет все более важную роль в ядерной физике. Он используется для анализа данных, теоретического моделирования и проведения экспериментов, способствуя продвижению технологических инноваций и ускорению фундаментальных исследований, например, в области сбора и анализа ядерных и атомных данных.

«Есть вещи, которые мы, люди, просто не можем сделать», – признает Брант Робертсон, профессор астрономии и астрофизики из UCSC (Калифорнийский университет). Вместе с аспирантом он создал нейросетевую программу Morpheus, обучив ее на снимках глубокого космоса от телескопа Хаббл. Программа сканирует новые космические снимки высокого разрешения и выделяет на них звезды и разные типы галактик. Даже на небольшом участке неба рассыпаны миллионы объектов и, опять же, нейросеть различает их все. Помимо классификации галактик, машинное обучение в астрофизике уже используют для поиска пульсаров и сверхновых, а также для изучения свойств звезд. Для того чтобы проанализировать неисчислимо количество объектов на снимках глубокого космоса, нужен искусственный разум – обычного человеческого для тайн мироздания уже недостаточно.

Смотреть можно не только с Земли на небо, но и в обратном направлении. Спутники шлют снимки поверхности планеты, и тогда желательна очистка их от шума вроде облаков, теней, дыма и разных артефактов. Компании «Роскосмоса» («Российские космические системы», НИИ ТП и ТЕРРА ТЕХ) разработали программу на основе нейросетей, которая удаляет все подобные шумы, оставляя на снимках информацию, важную для навигации, изучения недр и прочих нужд.

Подобные примеры использования искусственного интеллекта, а их будет все больше, строятся на одной ключевой особенности нейросетей глубокого машинного обучения – они исключительно хорошо учатся находить взаимосвязи и закономерности, скрытые в данных, а также сопоставлять одни паттерны с другими. Для исследователей – это настоящая находка.

Есть и другое ожидание. Как пишут российские исследователи, рассуждая о роли искусственного интеллекта в науке, он мог бы взять на себя вопросы, которыми ученые пренебрегают просто в силу сложившегося научного

<sup>1</sup> Курт Фридрих Гёдель (1906-1978) – австрийский логик, математик и философ математики, автор фундаментального открытия, показавшего ограниченность аксиоматического метода.

<sup>2</sup> Демидов С.С. «Математические проблемы» Гильберта и математика XX века // Историко-математические исследования. – М., 2001. – № 41 (6). – С. 84-99.



мышления. Как подметил физик Константин Новоселов<sup>1</sup>: «Физики в целом не любят задач, которые не описываются небольшим количеством красивых уравнений. Поэтому, если возникает необходимость написать уравнение в полстраницы, физик скорее всего решит, что в его рассуждении что-то пошло не так». Здесь ИИ как раз может помочь в работе с «некрасивыми» громоздкими уравнениями математической физики.

## **ИИ как стимулятор новых открытий в биологии, кристаллографии и неорганической химии**

Вероятно, первым крупным успехом нейросетей глубокого машинного обучения в науке стало предсказание трехмерной структуры белка. Любой белок — это замысловато свернутая цепочка аминокислот, от чего и зависит его функция. Вычислить 3D-форму, зная только цепочку, трудно и дорого. В компании DeepMind обучили нейросеть AlphaFold на структурах, которые уже были решены экспериментально, а затем использовали ее для белков, по которым решения нет. По сути, AlphaFold предсказывает расстояния между парами аминокислот и углы между их связями и так дает прогноз пространственной структуры с точностью до атома.

И если в 2021 году DeepMind отчиталась предсказанием по 350 тысячам белков, что стало громким научным событием, то в 2023 году уже получены вероятные структуры почти всех известных науке белков, а это свыше 200 миллионов молекул. Авторы разместили их в открытой базе данных, так что теперь биологи всего мира могут легко найти 3D-структуру любого белка, что ценно не только для фундаментальных исследований, но и, например, для разработки лекарств.

Глубокое обучение нейронных сетей также используют в российском Центре искусственного интеллекта НИУ ВШЭ для изучения вторичных структур ДНК. Основная задача — найти расположение функциональных элементов на двойной спирали. Это ключ к пониманию работы генома, ведь именно с такими участками ДНК связываются активные молекулы, влияющие на экспрессию генов. Также в Центре искусственного интеллекта используют нейросети для предсказания трехмерных структур антител.

Похожим образом в неорганической химии ученые пытаются предсказывать кристаллические структуры. Знание структуры вещества позволяет судить о его свойствах, но для этого нужно найти расположение его атомов, которое обладает наименьшей энергией, оно то и будет стабильной формой вещества. Артём Оганов<sup>2</sup>, профессор Сколтеха и РАН (он создал в МФТИ лабораторию компьютерного дизайна материалов), занимается дизайном материалов и использует машинное обучение, чтобы избежать громоздких квантово-механических расчетов. ИИ находит стабильные структуры гораздо быстрее, порой ускоряя поиск в тысячи раз. В лаборатории Оганова нейросеть обучают на данных о кристаллических структурах, для которых расчет уже произведен и их энергия известна. По мере обучения, ИИ улавливает связь между расположением атомов и энергией и далее использует это «понимание» для предсказания энергии любых новых структур. Это открывает возможность изучать свойства веществ в условиях, которых никто не наблюдал (например, если они находятся глубоко в мантии Земли) и «сочинять» новые материалы с заданными свойствами.

Тот же принцип работает и в квантовых технологиях. Например, физики из МФТИ, ФТИАН и Университета ИТМО создали нейронную сеть, которая предсказывает, «глядя» на схему узлов и связей системы, будет ли та обладать квантовым преимуществом. Проще говоря, подходит ли ее конфигурация (граф) для создания на ее основе квантовых систем. Если чуть сложнее, дадут ли квантовые блуждания внутри этой схемы выигрыш в скорости вычислений.

Почему нейросетям удается получать такие результаты? Ответ прост: прогноз будет надежен, если в данных содержится устойчивый паттерн, который отражает некую фундаментальную закономерность. Скажем, за свертыванием всех белков стоит одна и та же биофизика, поэтому корреляции, пойманные ИИ в обучающей выборке, актуальны и для всех прочих белковых молекул. За счет этого, оказалось, удается решать множество самых разных задач в физике, кристаллографии или химии, нерешаемых путем прямым использованием формул и вычислений.

## **Искусственный интеллект на службе исторической науки**

Историческая наука в силу своей гуманитарной направленности долгое время находилась в некотором отдалении от современных информационно-компьютерных технологий (ИКТ). Однако четвертая промышленная революция и сопутствующая ей цифровая трансформация (ЦТ) социума внесли свои коррективы в эту несомненно важную для общества отрасль знания.

Рассмотрим данный вопрос на конкретном историческом примере расшифровки рукописей Императора Петра I, о котором рассказал директор Санкт-Петербургского института истории РАН Алексей Сиренов<sup>3</sup>: «В 2022 г. Россия отпраздновала 350 лет со дня рождения первого российского императора — Петра Великого. Личность и наследие выдающегося реформатора по сей день вызывает интерес историков, а юбилейная дата позволила глубже всмотреться в прошлое императора и тщательнее изучить его рукописное наследие. Последнее не так просто поддается пониманию, поскольку

<sup>1</sup> Константин Новоселов (р. 1974, Нижний Тагил, Россия) — российский и британский физик, лауреат Нобелевской премии по физике 2010 года

<sup>2</sup> Артём Ромаевич Оганов (род. 3 марта 1975) — российский кристаллограф-теоретик, минералог, химик, педагог профессор Сколтеха и РАН. Наиболее известен работами по созданию методов компьютерного дизайна новых материалов и предсказания кристаллических структур, а также по химии высоких давлений и изучению вещества планетных недр.

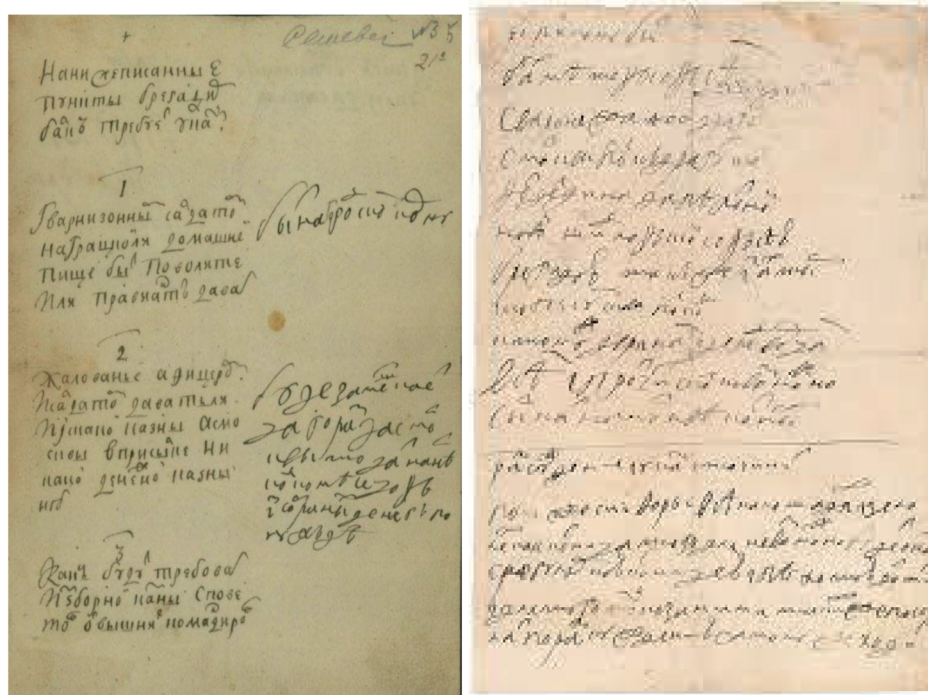
<sup>3</sup> Алексей Владимирович Сиренов — доктор исторических наук, член-корреспондент РАН, директор Санкт-Петербургского института истории РАН.

Петр Великий писал быстро, не ограничивая себя использованием только кириллицы или латиницы. Когда мы начинали работать над проектом Digital Пётр, я был искренне уверен, что почерк Петра I сложен для восприятия. Ранее я никогда не занимался его рукописями. Сфера моих интересов – более ранние документы и источники. Но еще со студенческих времен я встречал автографы Петра I и его трудночитаемый почерк. И в процессе работы над проектом «Digital Пётр» я убедился, что почерк Петра I действительно достаточно неразборчив (см. рис.1), но особой проблемы для историков в сфере новых достижений ИКТ не представляет. Петр I не страдал дисграфией. Он был человеком, который много и быстро писал. В этом и состоит своего рода культурный феномен. В рукописях Петра проявляется культура Нового времени. И в этом отношении автографы Петра I вызывают большой интерес. Конечно, большая часть источников – это не документы, написанные самим Петром. В основном это комментарии к чужому тексту, но они не менее интересны.

Что нового мы узнали о личности Петра благодаря проекту «Digital Пётр»? Проект был инициирован Российским историческим обществом и «Сбером», который хотел преподнести подарок стране к юбилею Петра I. Российское историческое общество пригласило для участия в проекте сотрудников Санкт-Петербургского института истории РАН. С одной стороны, нам было интересно принять в нем участие, но, с другой стороны, мы понимали, что шансов на успех мало. В мире уже существуют аналогичные программы по чтению рукописных текстов, и некоторые из них адаптированы для анализа кириллических текстов. При этом степень точности остается невысокой. Те же автографы Петра I практически не воспринимаются этими программами. Поэтому мы были готовы к тому, что результат будет отрицательным.

Тем не менее, в результате тестирования нейросетевая программа проекта Digital Пётр смогла правильно прочитать 97% рукописей. Впоследствии, когда специалисты стали загружать больше документов, выяснилось, что процент правильного прочтения более ранних документов ниже. Во многом это связано с тем, что мы работали с документами второй половины царствования Петра.

Проект создавался также в помощь тем археографам, которые готовят документы Петра I к изданию в честь 350-летия. В процессе работы рукописи Петра I стал читать весь коллектив проекта, в том числе молодые ученые и аспиранты. В какой-то момент подключились студенты Высшей школы экономики. На мой взгляд, этот проект важен для решения серьезной прикладной задачи. Сообщество историков нуждается в программах машинного чтения скорописного текста. В настоящее время архивы, библиотеки, музеи выкладывают на своих сайтах десятки, а то и сотни исторических документов. Как правило, это сканы или фотографии рукописей, которые в лучшем случае сопровождаются кратким описанием. Искать в подобном формате информацию весьма затруднительно. Как мне кажется, подобные документы необходимо дополнять научной информацией. И программы машинного чтения документов, на мой взгляд, – лучший инструмент для реализации этой задачи. Любой пользователь сможет найти интересующую его информацию с помощью этой программы.



**Рисунок 1.**  
**Образцы почерка Петра I**

Когда звучат аргументы в пользу методов искусственного интеллекта, приводится контраргумент, что, дескать, не для каждого почерка можно разработать программу и что сложные почерки ИИ не по зубам. Но мы сами убедились, что одни из самых сложных документов с точки зрения почерка — автографы Петра I — читаются нейросетевой программой с легкостью<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Сиренов А.В. Искусственный интеллект на службе Петра I. О проекте расшифровки рукописей императора // Научная Россия. 2022. – <https://scientificrussia.ru/articles/iskusstvennyj-intellekt-na-sluzbe-petra-i-o-proekte-rassifrovki-rukopisej-imperatora-clen-korrespondent-ran-aleksej-sirenov>



На данном примере показано, что ИИ способен быть эффективным инструментом в разгадывании тайн древних цивилизаций путём прочтения до сих пор нечитаемых рукописей, наскальных исторических артефактов и других следов исчезнувших миров.

Кроме того, на основе нейросетевых программ могут быть построены эффективные «переводчики» с языков, имеющих иероглифическую или структуру, наподобие арабской вязи, а также возможности появления средств общения с внеземными мирами.

## Когнитивные технологии ИИ

Какие же новые технологии привнёс ИИ в научное познание мира? Трендом последнего времени стала нейросеть глубокого машинного обучения ChatGPT, разработанная компанией Open AI<sup>1</sup>. ChatGPT представляет собой инновационную технологию, которая может быть использована в различных приложениях для улучшения пользовательского опыта и повышения эффективности работы. Благодаря использованию глубокого обучения и технологии трансформеров Chat GPT может генерировать точные и качественные ответы на вопросы и является важным инструментом для автоматизации различных задач.

Нейросеть ChatGPT – это большая языковая модель, обученная компанией Open AI, которая использует глубокое обучение для генерации текста и ответов на вопросы. Языковая модель – это алгоритм, который предсказывает следующее слово по предыдущим. Большие языковые модели демонстрируют так называемые эмерджентные способности – умеют решать задачи, с которыми они раньше не встречались.

Эта модель была создана на основе технологии трансформеров, которая позволяет обрабатывать большие объёмы текста и понимать связи между словами и предложениями.

Основная цель ChatGPT – это предоставление пользователю качественных и точных ответов на заданные вопросы. Для этого модель использует огромный объём текстовых данных, который был подвергнут тщательной предварительной обработке. Это позволяет модели учитывать контекст вопроса и генерировать ответы, которые максимально соответствуют запросу пользователя.

Чат-бот может использоваться для решения различных задач, таких как поиск информации, ответы на вопросы, генерация текста и многое другое. Эта модель может быть использована как на больших, так и на малых масштабах, она может быть адаптирована к различным типам приложений. ChatGPT обеспечивает множество преимуществ для пользователей и разработчиков.

Главные достоинства чат-бота:

- Высокая точность ответов на вопросы. Благодаря использованию глубокого обучения ChatGPT может генерировать ответы, которые точно соответствуют запросу пользователя.
- Быстрота и эффективность работы. ChatGPT может быстро обрабатывать большие объёмы данных и генерировать ответы в режиме реального времени.
- Автоматическое обучение. ChatGPT может автоматически обучаться на основе новых данных, что позволяет модели постоянно улучшаться и адаптироваться к новым условиям.

ChatGPT представляет собой инновационную технологию, которая может быть использована в различных приложениях для улучшения пользовательского опыта и повышения эффективности работы. Благодаря использованию глубокого обучения и технологии трансформеров ChatGPT может генерировать точные и качественные ответы на вопросы и является важным инструментом для автоматизации различных задач.

Что особенного в ChatGPT? Прежде всего, эта большая языковая модель обучалась с использованием большого количества обратных связей от пользователей, чтобы выполнять широкий спектр запросов на решение поставленного круга научных (и не только) задач. Ниже приведены основные характеристики ChatGPT:

- Содержит 175 миллиардов параметров (объём порядка 800 Gb).
- Обучающих данных – порядка 45 Тб.
- Стоимость обучения нейросети – 4,5 млн \$.
- Эксплуатационные расходы – 3 млн \$ в месяц.

Вопросы безопасности научных данных. Как видно из предыдущего анализа использования технологий ИИ в задачах научных исследований, мы имеем дело с большим объёмом информации (Big Date), которую нужно защищать, соблюдая при этом требования «триады безопасности» – конфиденциальность, целостность и доступность. Как правило, такие задачи возлагаются на центры обеспечения безопасности (англ. – Security Operations Center, SOC).

### Основные задачи SOC:

- Выполнять мониторинг, искать и анализировать вторжения в режиме реального времени;
- Предотвращать киберугрозы, действуя на опережение: непрерывно сканировать системы обработки и хранения данных и компьютерные сети на уязвимости и анализировать инциденты безопасности;
- Быстро реагировать на подтвержденные инциденты и исключать ложные срабатывания;
- Формировать отчеты о состоянии безопасности, киберинцидентах и паттернах поведения нарушителя.

Самое трудоемкое в работе SOC – постоянно анализировать большие объёмы данных. Центр обеспечения безопасности собирает, хранит и анализирует от десятков до сотен миллионов событий безопасности ежедневно. Не за-

---

<sup>1</sup> Подробный обзор GPT-4. Как пользоваться новым Chat GPT. 2023. – <https://gpt-chatbot.ru/podrobnyj-obzor-gpt-4-kak-polzovatsya-novym-chatgpt>

бываем, что все это контролируют эксперты: они включаются в работу, когда нужно решить, что делать с найденной угрозой.

Типовая структура организации SOC приведена на рис. 2.



Рисунок 2.  
Организация обнаружения угроз на базе SOC

SOC формирует корпоративные отчёты об обнаруженных инцидентах нарушения информационной безопасности в виде, представленном на рис. 3 и 4.

На рис. 3 показаны профили двух разных пользователей. На графике (рис. 3) линией красного цвета показан профиль обычного, не взломанного пользователя. Он характеризуется достаточной равномерностью и отсутствием резких скачков параметров активности. При этом под параметром активности понимается количество обращений к ресурсу в заранее определённый период времени. Сплошная линия иллюстрирует поведение подозрительного аккаунта: все показатели сильно «скачут», прослеживается хаотичное обращение к ресурсу, что позволяет предположить факт несанкционированного доступа.

Теперь представим, что нарушитель, узнав каким-либо образом пароль от информационного ресурса, зашел в него как пользователь. Его поведение будет явно отличаться от поведения пользователя, который пользовался ресурсом легитимно. На графике (рис. 4) поведение злоумышленника показано характерными всплесками. В светлой области видно, что показатели находятся в норме, в то время как в темной зоне уже прослеживаются значительные колебания. Кроме того, отчетливо видны даты, в которые это произошло, что может значительно упростить поиск момента взлома. Такой подход может обезопасить пользователей от кражи паролей и сессионных cookie-файлов и позволит детектировать взлом даже после авторизации в аккаунте. Задача алгоритма МО заключается в том, чтобы определить тот момент, когда изменилось поведение человека вызвавшее такой всплеск.

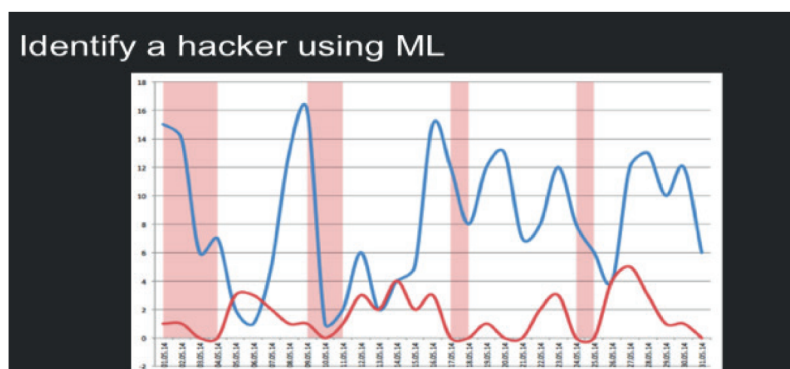
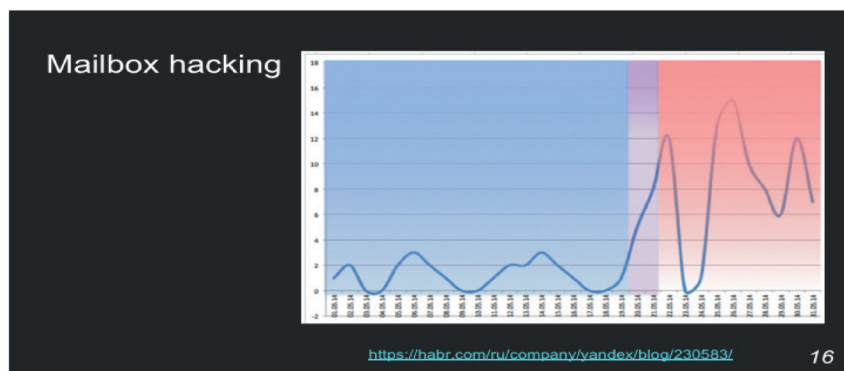


Рисунок 3.  
График поведения пользователя в нормальных условиях





**Рисунок 4.**  
**График активности поведения злоумышленника**

### Заключение

Научное направление в информатике, называемое «искусственным интеллектом», а также интеллектуальные информационные технологии (ИИТ), построенные с использованием методов и моделей ИИ, в настоящее время признается стратегическим направлением исследований и разработок, научной и технологической основой передовых решений в области цифровой экономики XXI века. Консалтинговая компания Gartner и другие аналогичные компании неизменно включают ИИ в пятёрку наиболее значимых направлений развития в области ИТ до 2025 года и далее, подчёркивая при этом его первостепенную роль в экономике и в других сферах жизни общества и отдельного человека. Интеллектуальные ИТ рассматриваются в качестве базиса передовых решений в производственных системах, в научных исследованиях, на транспорте, в управлении энергопотреблением, в мобильных коммуникациях, управлении развитием городов, медицине и здравоохранении, в точном земледелии и в социологии, как и во многих других направлениях. Ведущие экономики мира вкладывают огромные средства в исследования и разработки в области ИИ и интеллектуальных технологий, принимают и реализуют национальные программы его развития. Вместе с тем, согласно парадигме Индустрии 4.0 – новые прорывные достижения науки и технологий «тянут» за собой новые научные и технологические решения, казалось бы, из несмежных областей. Так колоссальный обучающий объём данных и параметров, которые требуются для глубокого машинного обучения современных чат-ботов на основе нейросетей, ставит новые требования к производительности компьютерных систем обучения. Архитектура классических суперкомпьютерных систем уже достигла своего предела. Нужны новые принципы построения вычислителей. Так возникла идея квантовых вычислений. Идея квантовых вычислений состоит в том, что квантовая система из  $L$  двухуровневых квантовых элементов (квантовых битов, **кубитов**) имеет  $2^L$  линейно независимых состояний, а значит, вследствие принципа **квантовой суперпозиции**, пространство состояний такого квантового регистра является  $2^L$ -мерным **гильбертовым пространством**. Операция в квантовых вычислениях соответствует повороту вектора состояния регистра в этом пространстве. Таким образом, квантовое вычислительное устройство размером  $L$  кубитов фактически задействует одновременно  $2^L$  классических состояний. Первостепенная задача квантового компьютера, применительно к проблемам ИИ, – это усиление «умственных способностей» искусственного разума.

Создание технологичного квантового компьютера для решения новых задач в области науки, техники и промышленных технологий является глобальной задачей физиков и инженеров XXI века.