

«У искусственного интеллекта очень большая гуманитарная роль, но не все об этом думают»

Data Therapy 2, выпуск 3

В этом эпизоде подкаста [Data Therapy](#) мы расскажем о развитии искусственного интеллекта и нейросетей. Вместе с нашими гостями – Михаилом Бурцевым, кандидатом физико-математических наук, заведующим лабораторией нейронных систем и глубокого обучения МФТИ и Татьяной Шавриной, главным экспертом по технологиям, RnD NLP, SberDevices, руководителем исследовательских проектов института искусственного интеллекта AIRI – ответим на следующие вопросы:

– Что послужило толчком к созданию нейросетей и как они в итоге обрели те возможности, которыми обладают сегодня?

– Что такое мультимодальность и мультизадачность?

– Для каких основных целей сегодня используются нейросети?

– Есть ли у искусственного интеллекта душа?

– Что сейчас происходит в России в направлении развития нейросетей? Как развивается русскоязычное сообщество?

– Как сейчас происходит международное взаимодействие?

Ведущий подкаста – Дмитрий Прусов, директор департамента монетизации данных X5 Group.

– Всем привет! Это второй сезон подкаста Дата Терапи. И у нас очередной новый выпуск. По традиции мы пригласили экспертов. Друзья, представьтесь, пожалуйста, расскажите, кем и где вы работаете, какая ваша профессиональная область.

Татьяна: Меня зовут Татьяна Шаврина. Я руковожу исследованиями по обработке естественного языка в Сбербанке и в институте искусственного интеллекта АИРИ.

Михаил: Меня зовут Михаил Бурцев. Я работаю директором по исследованиям фундаментальным или поисковым в институте АИРИ, также заведу лабораторией на физтехе по глубоким нейросетям и чему-то там.

– Слишком много регалий и не всегда можно запомнить, когда тема касается...

Михаил: Это я ещё не все перечислил.

– Я понял. Но я надеюсь, для наших слушателей этого уже будет достаточно, для того чтобы понять, что сегодня у нас, с одной стороны, сложная, но не менее интересная тема – нейросеть. Я бы хотел попросить вас рассказать для наших слушателей более подробно, что же это такое. Что послужило толчком, собственно говоря, к созданию нейросетей? Как они обрели те возможности, которые сейчас обладают при их использовании? Поделитесь, пожалуйста, информацией.

Татьяна: В целом, это довольно динамически развивающаяся область сейчас и, наверное, уже каждый человек столкнулся с тем, что он взаимодействует с нейросетями, так или иначе, в своей жизни. Может быть, вы не пользуетесь какими-то очень

передовыми продуктами на нейросетях, но всё равно пользуетесь, например, интернет поиском. Результаты поиска ранжированы с помощью нейросетей. У вас в электронной почте спам-фильтр работает, он тоже работает с помощью нейросетей. Много нейросетей в вашем телефоне и так далее. Ваша лента в социальных сетях – всё это формируется социальными сетями. Так было, конечно, не всегда. Наверное, какой-то отправной точкой можно назвать 40-ые года XX века, хотя в целом постепенно человечество подходило к созданию такого универсального аппроксиматора, которым является нейросеть. Универсальный проксиматор в целом – это какая-то функция нелинейная, которая может описать нам любые данные. А какие данные мы хотим описывать? Я, например, хочу описывать естественный язык. Человеческий язык в целом, любой, английский, русский, мандаринский, можно описать, как-то смоделировать его нейросетью и тем самым, например, научить компьютер понимать человека, может быть, даже как-то с ним взаимодействовать, общаться.

– Михаил, что добавите по истории вопроса?

Михаил: В середине XX века, когда стали появляться первые компьютеры, то ученые сразу же задумались о том, для чего можно использовать их вычислительные мощности. И одной из наиболее таких фундаментальных и захватывающих задач для них стало очевидно, что это является моделирование интеллекта человека, то есть создание искусственного интеллекта. И если мы себя поместим на место тех ученых в середине XX века, то мы легко поймем, что существует вообще-то... в голову приходят два таких подхода, как делать искусственный интеллект. Первый подход заключается в том, что мы можем посадить других ученых в некоторую комнату экспериментальную и следить, как они решают всякие задачи интеллектуальные. И попытаться потом это алгоритмизировать и записать в виде программы, чтобы эта программа повторяла ту интеллектуальную деятельность, которую наблюдают или демонстрируют люди. А другой подход – это как подход сверху вниз, мы идем от психологии, от поведения и пытаемся это поведение формализовать, записать в виде программы, запустить на компьютере и получить результат такой же. Второй подход идет с другой стороны. Он говорит: «Давайте мы будем не просто описывать поведение, а мы попытаемся заложить принципы обучения в наш алгоритм». То есть мы не сами будем программу составлять, а попытаемся смоделировать, как обучается человек. И вот эта программа сможет также, как человек, обучаться. И вот это второе направление и послужило основой для нейронных сетей. Потому что, наверное, многие из вас, слушатели нашего подкаста знают, что мозг состоит из нейронов, нервных клеток, и они объединяются в некоторую сеть. И вообще все наши интеллектуальные способности, не только интеллектуальные, но и не интеллектуальные способности с точки зрения поведения, обучения и так далее, они все определяются этой нейронной сетью. Соответственно, в начале XX века придумали такой простейший алгоритм, как нам смоделировать нейросеть. Мы можем взять отдельный нейрон, у нейрона есть сколько-то таких входов, которые позволяют ему получать информацию из окружающего мира, синапсы. Потом нейроны посылают друг другу сигналы, через входы принимают эти сигналы, каким-то образом перерабатывают эту информацию и посылают дальше. Вот, исходя из этой базовой идеи, были разработаны алгоритмы сначала очень небольших нейронных сетей. И перед исследователями стала проблема: а что делать с этими небольшими нейронными сетями, потому что там куча параметров, как правильно обрабатывать сообщения? Мы хотим, чтобы сеть научилась сама это делать. Как мы это сделаем? Ну, тут мы как раз переходим к таким базовым понятиям машинного обучения, что у нас должна быть обучающая выборка, примеры, которые мы нашей сети показываем, и просим её показать нам решение задачи. Естественно, чтобы это решение задачи выдать, нам нужно как-то параметры подстроить. И изначально сети там были, там просто случайный набор параметров, соответственно, ответ тоже был случайным. И потом

было такое правило, которое типа Хебовское правило, которое позволяло увеличить вероятность правильного ответа. Но оно работало только для однослойных сетей. И проблема была, как заставить глубокие сети учиться. Глубокие сети, состоящие из многих слоев. И где-то в 70-ых годах придумали алгоритмы, как справиться с этой проблемой, как правильно ошибку на выходе из алгоритма перераспределять между всеми параметрами, чтобы сеть в целом училась. И эти сети худо-бедно жили до начала десятых годов. Почему худо-бедно, потому что оказалось, что если мы маленькую сеть возьмем (и примеров не так много), то она обучается, но на практике вроде как не особо и заиспользуешь. Но после 2000-ых персональные компьютеры распространились широко, и люди стали играть в компьютерные игры. К счастью так оказалось, что для того, чтобы в риап тайме рассчитывать, что происходит в компьютерной игре, нам нужны различные геометрические преобразования делать, которые описываются линейной алгеброй (при умножении матриц, векторов и так далее). И так совпало, что те же самые операции нужны и для нейросетей. Поэтому получилось, что те аппаратные ускорители, которые сделаны для того, чтобы ускорять игры, чтобы они шли на стандартных персональных компьютерах, эти же ускорители смогли в 10, в 100, в 1000 раз ускорить расчет нейросетей. Соответственно, когда мы стали ускорять нейросети, мы смогли сделать их гораздо глубже, с большим числом параметров, и интернет позволил много данных собрать. И тут мы подошли к той революции нейросетевой, которая случилась в начале десятых годов и плоды которой мы все сейчас пожинаем. Вот это такая история вкратце.

– Ой, спасибо большое за такое глубокое погружение в историю вопроса. То есть напрямую можно сказать, что взаимосвязь развития бума нейросетей напрямую была связана с аппаратными мощностями. По-хорошему, как бы, пока не появились более доступные средства вычисления, их практическое широкое распространение, невозможно было создать какие-то супернейросети. А можете рассказать вообще, ну, как мнение с дивана, условно говоря, есть ли какой-то супер искусственный интеллект (это, конечно, странно будет звучать), но который себя максимально... Мы когда говорили об истории вопроса, было два подхода: запретить всех ученых в одной комнате и ждать возможного какого-то исхода относительно их интеллектуального вклада в будущее, либо обучать нейросети слой за слоем. Так вот вопрос. С точки зрения развития текущего, нейросетки они насколько сопоставимы с мышлением человека, условно говоря? Либо оно уже превалирует? Есть какие-то данные, исследования или мнения на этот счет?

Михаил: Мне кажется, мышление человека превалирует. Таня, что скажешь по этому поводу?

Татьяна: Да. Я тут, наверное, тоже продолжу ещё общую мысль. Действительно, так получилось, что тот бум нейросетей, который у нас есть, во многом он удачно так случился за счет совпадения двух факторов, первый из которых действительно это рост вычислительных мощностей, а второй – это то, что объем данных, доступных нам в интернете, тоже растет. Вот это фактор, который был обозначен, он тоже очень важный фактор. Потому что все те цифровые следы, которые мы с вами оставляем в интернете, это опосредованные следы нашего мышления и поведения. И это во многом нам помогает моделировать отдельные интеллектуальные способности человека. Пока ещё, прям скажем, оценки, сколько нам требуется вычислительных мощностей, чтобы преодолеть, как-то смоделировать мозг или сделать что-то больше, чем мозг, это, конечно, чуть-чуть такая фантастика. Я думаю, что это разговор на следующее десятилетие какое-то. У нас есть представление о том, что по закону Мура каждые полтора года количество транзисторов удваивается, примерно в два раза растет вычислительная мощность наша каждые полтора года. Но, в целом, говорить о том, чтобы сделать нейросеть, которая была бы по количеству нейронов сопоставима с мозгом, пока ещё рано. Я спешу напомнить, в

отличие от огромных суперкомпьютеров, которые у нас сейчас есть, мозг человеческий он работает ещё и энергоэффективно, а до такого уровня мы ещё точно не скоро дойдем, также эффективно работать, как мозг, с таким же маленьким напряжением, зарядом и так далее.

– Ориентируемся к 2030, правильно, что возможно он дойдет до такого состояния с точки зрения эффективности, энергоэффективности и сопоставимости операций?

Татьяна: Я скептик в этом плане. Я бы сказала 2050-ый. Но в любом случае давайте жить долго, и я думаю, мы доживем до этого момента – это в пределах нашей жизни.

– Согласен.

Татьяна: Есть очень много разных тестов, которые стремятся нам помочь отслеживать наш прогресс. Потому что на нашем пути моделирования интеллект человека, а мы не можем в целом уйти от того, чтобы не ориентироваться на человека. Вся область искусственного интеллекта и нейросетей она очень сильно, что называется, антропоцентрична. Мы воспринимаем интеллект именно в контексте человеческого интеллекта. Хотя в некоторых задачах, конечно, это не оптимально, прямо скажем. Например, некоторые задачи эволюционным образом так получается, что человек плохо решает. Пример такой приведу. Есть задача коммивояжера, каждый программист её знает, наверное. Задача коммивояжера имеет очень высокую сложность. Задача состоит в том, чтобы, имея карту городов и дорогу между ними, из точки А в точку Б кратчайший путь так, чтобы один раз, как минимум, посетить все города. И эту задачу, например, человек на глазок решает очень даже неплохо. А есть обратная задача, когда надо самый длинный путь найти таким образом, чтобы тоже посетить все города. И эта задача имеет точно такую же сложность. Но человек её совершенно на глазок не может решить, хотя для компьютера это совершенно одинаковые по сути задачи, что самый длинный путь найти, что самый короткий. Потому что эволюционно нам нужно короткий путь находить, а длинный нам не нужно. Так получилось.

– Я только хотел об этом сказать, что это, на самом деле, возможно просто человеческая сущность, которая движется к решению максимально простым способом, а не от обратного.

Татьяна: Возможно, мы просто много каких-то таких аспектов про себя ещё узнаем, пока мы занимаемся искусственным интеллектом. Потому что во многих задачах мы сейчас ставим планку превзойти уровень человека, что есть некоторый уровень решения этой задачи человеком средним. Условно, если мы попросим сто студентов решать эту задачу, то они её решат с точностью 95%, все скажут правильный ответ, а 5% ошибется. Допустим, нейросеть решит с точностью 90%, значит, она хуже, чем какой-то средний человек. Такой подход он в целом не то что прям очень показательный, потому что современное сообщество разработчиков и дата сайентистов оно очень большое, и все очень хотят для себя сами какую-то задачу научиться решать таким образом, чтобы сказать, что мы наконец-то превзошли уровень человека. Соблазн просто собрать побольше данных, обучить нейросеть, побольше купив вот эти вычислительные мощности, добавив ещё данных, смоделировать чуть получше и сказать: «Всё, наконец-то мы превзошли человека». Это очень большой соблазн, который не ведет к желаемому результату в длинной перспективе. Почему, потому что нам нужно стремиться к тому, что называется сильный искусственный интеллект, артифициал дженерал интеллидженс ещё называется. Это такой некоторый концепт, даже немного гуманитарный прям скажем, значит, определение сильного искусственного интеллекта гуманитарно завязано на набор

признаков, которым должен искусственный интеллект обладать. Это должен быть искусственный интеллект, который самообучается, который умеет принимать решение в условиях неопределенности, и который может интерпретировать свои решения и их объяснять человеку на естественном языке. Вот это сильный искусственный интеллект.

– Это, мне кажется, достаточно амбициозная история как раз.

Татьяна: Безусловно, это такой абсолют, такой как бы абстрактный концепт, но к которому все стремятся. И зарешивать что называется отдельные задачи, добавляя ещё данных, это вещь, которая нас не ведет к AGI. Мы стремимся делать нейросети, которые пригодны, как человеческий мозг, к решению сразу многих задач, чтобы переиспользовать одну и ту же нейронную сеть, которая посмотрит на фотки и отличит не только кошечку от собачки, но ещё и пожилого человека от молодого, может текст прочитать на картинке и так далее. В общем, может сделать много задач сразу. И есть огромное направление, которое, мне кажется, оно где-то посередине между искусственным интеллектом и методологией науки, которое занимается разработкой тестов для искусственного интеллекта, чтобы мы отслеживали надежно наш прогресс. Потому что мы знаем действительно, что все началось в 40-ые, продолжилось активно в 60-ые с появлением компьютеров. А насколько у нас нейросети действительно с десятых годов стали умнее? А с 2015 года? А с 2020 года? Это должен быть какой-то измеримый параметр.

– Можно тогда немножко углубиться в вопрос. Это, наверное, к обоим. Опять, так сказать, взгляд с дивана. Я когда готовился к выпуску, смотрел различные материалы о нейросетях и часто употреблялись фразы «мульти-modalность языков программирования». И это про что?

Михаил: Это именно мульти-modalность языков программирования или просто мульти-modalность, языки и программирование?

– Нет, именно так, а ещё иногда и мульти-modalность нейронных архитектур. По-разному. В разных материалах. Возможно они более научнопопулярны, но, тем не менее, хотелось бы в это погрузиться и объяснить нашим слушателям, о чем это вообще.

Михаил: Это примерно про то, что мы сейчас рассуждали про универсальный искусственный интеллект. И раз он универсальный, значит, он должен работать с разными видами данных. Это могут быть сенсоры автомобиля. Могут быть датчики, которые находятся в погодной станции, которые измеряют давление, температуру, влажность, скорость ветра. Может быть текст. Может быть код. Может быть картинка, видео.

– То есть это учет всевозможных различных параметров, которые как слоеный пирог?

Михаил: Да. Их можно назвать модальностями. То есть мульти-modalность – это когда много разных видов данных. Привычное для человека это у нас есть, типа, мы что-то видим, слышим, осязаем такие модальности. Но в машинном обучении модальностями называют любые разные виды данных, которые мы замешали вместе. И универсальный искусственный интеллект он должен быть мульти-modalным по определению. И количество этих модальностей, которые одновременно обрабатываются, оно растет. То есть это как бы вход нашей модели. А выход – это то, какие задачи мы решаем.

– А когда с добавлением все большего количества данных для построения мультимодальных сетей качество улучшается в итоге? Мы реально понимаем о том, что мы будем напихивать в модель все больше и больше признаков. Как в этом ключе обстоят дела?

Татьяна: Дмитрий, вы прямо в точку абсолютно попали и вопросы задаете, хочу сказать. На самом деле, мультимодальные нейросети они чем хороши? Тем, что они расширяют границы возможного. То есть они для нас расширяют очень сильно применимость нейросетей, во многом привнося какие-то технологические нововведения во многие сферы жизни, где раньше нейросетей не было ещё. Отличный пример – это нейросети, которые создают картинки по описанию. Сейчас много таких нейросетей. В прошлом году нейросеть Далли от Опэн Эй Ай. Мы с коллегами делали нейросеть Ру Далли. Есть Далли-2. Теперь есть Стэйбл Дифьюжен, Миджорни, Имаджен и другие большие нейросети от крупнейших исследовательских центров компаний мировых, которые создают очень классные фотореалистичные, иллюстративные изображения. Я думаю, вы все натыкались на такие новости, что теперь это стало возможно.

– Я думаю, что даже многие начали потихонечку даже пробовать для себя.

Татьяна: Да-да, многие уже начали этим пользоваться, возможно и внедрять в свою повседневную работу, в свою профессию. Гейм-дизайнеры, просто дизайнеры, люди, которые стремятся создавать какой-то медиаконтент, они этим уже пользуются активно. Это двумодальные, уже можно сказать мультимодальные нейросети. Мы стремимся добавить сюда дальше и звук, и видео, и речь, сенсоры, всё вот это. И не то что это будет как-то увеличивать качество, но, по крайней мере, это будет нам открывать возможности для новых применений, которых не было раньше совершенно. Вот это очень важно. Потому что когда электричество появилось, очень пример классический. Когда появилось электричество, тоже сначала было непонятно, что делать с электричеством. Может быть, это просто для иллюминации на праздниках у элиты, как бы, и всё. Красиво, но а как это применять? А потом, когда полностью поменялась структура производства и пищевого из-за того, что теперь возможно было делать рефрижераторы и хранить заморозку, доставлять заморозку, у нас полностью пищевая промышленность перестроилась. И не только пищевая промышленность, но сейчас у нас электромобили и так далее. И то же самое нас ждет с мультимодальными нейросетями.

– Но насколько я слышу, здесь получается как бы от обратного. То есть мы будем разрабатывать мультимодальные модели, всё больше и больше используя различные источники данных. А вот применение оно как бы само по себе будет находиться, то есть не от решения какой-то конкретной задачи. Или я ошибаюсь? Или это всё равномерно происходит?

Татьяна: Смотрите, это как бы разные подходы. Вот мне как ученому, наверное, больше интересно исходить из методов и делать, именно конструировать решения, которые позволяют методологически получать нововведения. Но бизнес, конечно, он приходит за тем, что называется дизапт. Это какие-то технологии, которые меняют очень сильно структуру рынка. У бизнесменов, у людей, которые делают стартапы, у них очень конкретные запросы всегда. Просто в какой-то момент, когда технологии выходят на тот уровень зрелости, чтобы можно было где-то их применять, как, например, Дали-2 и Миджорни, их тут же люди находят, где применять. Просто это другие люди, это не ученые. Это разработчики продуктов, это стартаперы, это крупные Энтерпрайз компании.

– То есть те, которые как раз в своих профессиональных областях сталкиваются с какими-то проблемами, для решения которых необходимо выйти за пределы существующих возможностей, как технологических, так и индустриальных. И именно построение таких моделей позволяет посмотреть чуть вперед и, наверное, занять определенную долю на рынке.

Татьяна: Да, безусловно. Есть даже такая концепция, она называется DDD (Dull dirty dangerous), то есть скучное и опасное грязное производство. Это профессии и элементы работы в некоторых профессиях, которые должны быть автоматизированы в первую очередь. И мне кажется, во многом вот здесь ещё очень большой зазор, чтобы использовать новые возможности.

Михаил: Вообще, на самом деле, у искусственного интеллекта очень большая гуманитарная роль. Не все об этом думают. Но, на самом деле, это же очень простая и очевидная вещь. Посмотрите, у нас есть деятельность интеллектуальная и творческая у людей. И если мы поспрашиваем друг друга и проведем какой-то опрос, что делает человека человеком, то многие люди вам ответят: способность творить, способность придумывать что-то новое, способность испытывать какие-то эмоции и так далее. Это то, что как раз человечески присуще нам. Если вы посмотрите, то многие из этих вещей не очень хорошо поддаются искусственному интеллекту, зато искусственному интеллекту хорошо подаются вещи, типа делать какую-то... отвечать на одни и те же звонки, повторять какие-то вычисления. Казалось бы, что если мы спросим человека: «Вот это человеческая деятельность, целый день с утра до вечера отвечать на один и тот же вопрос?» – те вам скажут: «Нет. Это, наверное, робот какой-то должен так. Это не естественное. Человек роботом становится.

– То есть, грубо говоря, с точки зрения гуманитарной концепции, человек он творец, он должен высвободить максимально свое время, для того чтобы творить что-то совершенно новое, а все рутинные операции отдавать как раз роботам и искусственному интеллекту и всему остальному. Потому что мы прекрасно понимаем, что невозможно творить всем. От природы человек обладает определенными способностями, навыками.

Михаил: Каждый в меру своих способностей и будет творить.

– Я услышал. Интересно. Хорошо. Тогда ещё гуманитарный взгляд на нейросети. С точки зрения глубинного понимания человека, возможно ли достичь такой истории, когда психотерапевт заменит искусственный интеллект? Раз уж у нас подкаст про дата терапи?

Михаил: Мне кажется, что это зависит, также как и во многих других областях. Но тут есть несколько разрезов. Первое – это именно сложности случая, с которым сталкивается психотерапевт. Есть какие-то базовые вещи, в которых, наверное, искусственный интеллект может лучше, чем стандартный психотерапевт, действовать. По многим причинам. Например, то, что люди с большей легкостью доверяются какому-то алгоритму и расскажут ему что-то, что они другому человеку будут стесняться рассказать по каким-то социальным ограничениям и так далее.

– То есть искусственный интеллект он более эмпатичен, нежели живой терапевт?

Михаил: Он может быть более эмпатичен. Он может быть более... Мы его воспринимаем не как человека, поэтому готовы делиться с ним действительно со своими какими-то коренными проблемами, с которыми мы не готовы делиться с другим

человеком, даже если он врач. И для таких базовых вещей это хорошо. Также обратил внимание на эти прекрасные примеры, которые нам продемонстрировали большие компании, которые собирают много данных, типа Фейсбук, которые легко смогли так таргетировать там политическую какую-то рекламу, что люди сами даже о себе не знали того, что о них знал Фейсбук. И в этом плане алгоритмы при наличии достаточных данных могут локализовать и как-то помочь разрешить какие-то действительно психологические проблемы у людей даже лучше, чем какой-то психотерапевт. Но, конечно же, это не относится к каким-то уникальным случаям, для которых требуется глубокое погружение в историю этого заболевания, в то, что человек переживает, какая у него модель окружающего мира, если она сильно отличается от стандартной. Тогда, мне кажется, что искусственный интеллект не справится, тут нужен человек. И третье – это этические какие-то соображения и нормы. Тут тоже открыто много вопросов. Может ли, как в другой врачебной практике, насколько мы можем доверять и дать возможность искусственному интеллекту принимать решение, от которого зависит здоровье человека, психическое, например. То есть это все-таки должен в итоге какое-то последнее решение применять человек, а искусственный интеллект должен рекомендовать, или же будет доверие, что искусственный интеллект будет сам решение принимать. Это как и для любых других применений, где мы можем использовать искусственный интеллект, например, для анализа рентгеновских снимков. Но уже окончательное решение о том, какое медикаментозное вмешательство применять, принимает все-таки врач, а не искусственный интеллект.

– Да, мы как раз об этом говорили в одном из наших подкастов, про искусственный интеллект в медицине. Совершенно верно относительно финального принятия решений и что происходит с развитием вообще индустрии в этом ключе. Давайте поговорим про проблемы, какие существуют проблемы на текущий момент. Я, наверное, задам тот же самый вопрос, но в другой плоскости. Мы говорили о том, что для улучшения мультимодальных нейросетей нужно все больше и больше источников данных. Мне всегда казалось, а я как человек из бизнеса, мне всегда казалось, что есть проблема с тем, чтобы получить эти данные или хотя бы в хорошем качестве эти данные. Что происходит? Как вы с этим работаете? Какие проблемы, поделитесь опытом?

Татьяна: Я, наверное, начну. Сказав, что все-таки часто объем данных покупают, у них низкое качество, то есть условно главное, чтобы их было больше. А самые лучшие из них можно как-то отфильтровать и на них, например, завершить обучение, чтобы модель их видела последними. Это нормальная практика в условиях недостатка ресурсов. В целом, для меня одной из самых серьезных проблем, действительно связанных с недостатком данных, является недопредставленность языков мира в практике искусственного интеллекта. Потому что в основном, конечно же, все разработки делаются на английском, на русском много делается, на популярных языках, на которых говорит мир, но многообразие языковое, которое составляет наше богатство, которое составляет всю вариативность культурную какую-то генетическую, которая описывает то, как люди могут думать про разные вещи, как люди могут систематизировать окружающий мир, как люди могут описывать картину мира. Оно как раз очень сильно обогащается за счет малых языков. А малых языков у нас большинство, если мы посмотрим на атлас сейчас описанных языков, можно сказать, что у нас живых языков по разным оценкам до 7000 сейчас есть. Порядка 90% из них не имеют письменности своей, то есть это языки устные. У носителей этих языков нет своего Фейсбука, у них нет, скорее всего, локальной газеты, у них нет своего телевидения, чтобы централизованно хоть какую-то языковую норму продвигать. У них этого ничего нет. У них есть только общение друг с другом. И возможно если они в Фейсбуке где-то общаются, возможно они на латинице как-то друг с другом переписываются или какую-то местную письменность социально более

престижного локального языка используют. Вот эта недопредставленность она неравенство языков в контексте искусственного интеллекта, мне кажется, это очень большая проблема. Потому что обычно описанием и таким языковым активизмом относительно языков занимаются лингвисты, а эта практика ещё не перешла до конца как-то в искусственный интеллект, что приводит к увеличению неравенства между языками популярными и языками с меньшим числом носителей. В результате, мы теряем языковую вариативность, мы теряем вариативность способов мыслить про какие-то вещи, что мне кажется очень важным. Надеюсь, мы эту проблему сможем преодолеть. В целом, сейчас внимание сообщества постепенно фокусируется на этой проблеме. В начале 2022 года ЮНЕСКО объявило десятилетие языков малых народов и даже несколько крупнейших конференций мировых относительно искусственного интеллекта. Они присоединились к этой инициативе и занимаются тем, что с точки зрения искусственного интеллекта называется теперь малоресурсные языки. Фактически языки, для которых есть мало данных.

Михаил: Ну да. Тут ещё же проблема встает. Часто те данные, на которых модели обучаются, они могут находиться в открытом доступе, но быть лицензированы под разными лицензиями, которые накладывают те или иные ограничения на финальное использование этих данных. И не всегда это учитывается. Например, если мы возьмем какую-то модель и натренируем её генерировать код на Гетхабе и не будем учитывать при этом лицензии, которые там есть, то вопрос заключается в том, что если она при генерации очень близко воспроизведет код под какой-то лицензией, которая накладывает некоторые ограничения на деривативы от самой себя, например, там может JPL-3 быть, который говорит о том, что все производные от этого кода должны распространяться под той же самой лицензией, то как мы это учтем? Вот такой вопрос. И в целом, конечно же, понятно, что какие-то данные нам доступны, каких-то данных больше, каких-то данных меньше. И крупные компании в этой области обладают какими-то специфическими видами данных, которые недоступны другим игрокам. Это и определяет некоторую их силу на рынке, то, что они могут получать лучшие предсказания именно в этих специфических областях.

Татьяна: Преимущество, да. Я думаю, что как раз хороший пример может быть с социальными сетями. Потому что многие малые народы пользуются социальными сетями, уже существующими. И получается, что доступ к этим локальным сообществам эксклюзивный есть у разработчиков социальных сетей, например, они могли бы их использовать...

– Что самое интересное, они сами вовлекаются и, собственно говоря, бесплатно генерируют те самые дата сетсы, которые, по большому счету, трудно где-то найти.

Татьяна: Нет, но это же и нужно. Мы же хотим моделировать язык, и мы хотим какие-то естественные данные, как люди общаются. Мне кажется, что в этом ничего зазорного нет. И не то что это бесплатно. Это хорошо, это и должно быть бесплатно. Это должны быть вообще открытые данные. Хорошо бы, чтобы публичные дискуссии как-то были более доступны с точки зрения лицензирования для таких глобальных задач.

Татьяна: Здесь яркий пример, что у нас есть какая-нибудь социальная сеть, в которой люди переписываются. И любой человек может зайти и почитать эту переписку в интернете через тот же самый браузер или ещё как-то. Но почему-то нельзя эти данные... Но люди сами опубликовали в расчете на то, что другие люди прочитают их мнение, их переписку, это как бы открытая информация. Но компания, держатель платформы,

запрещает использовать эти данные для обучения моделей. Что выглядит как бы сильно странно и, кажется, даже нарушает права тех людей, которые вели эту переписку.

– Это очень дискуссионный вопрос относительно того, кому же принадлежат эти данные. Мы в какой-то из программ поднимали это. По-моему, про историю про блокчейн. Мы обсуждали, что как раз возможность полностью владеть собственной датой, которую ты генеришь, она достаточно сильно привнесет фактически некоторую революцию относительно текущего состояния дел у тех самых глобальных платформ, которые эти данные у себя собирают. Скажите... Да, про данные мы поговорили. А что насчет комьюнити, как развивается сейчас русскоязычное комьюнити? Что происходит на международном уровне? Может быть, какие-то новые тренды, тенденции?

Татьяна: Я бы даже сказала сообщество уж тогда русскоязычное.

Татьяна: Рашен спикинг комьюнити или русскоязычное сообщество.

– Да, спасибо. Это очень тонкое и оригинальное замечание как раз в контексте нашей программы.

Михаил: Я как человек достаточно можно уже назвать такой традиционной академической закалки, когда ко мне приходят молодые аспиранты и говорят: «А мы сейчас напишем пейпер», у меня глаза слегка начинают закатываться. Какой пейпер они собираются писать, тот, который на рулоне намотан, или как?

Татьяна: У нас ещё «почитал папирусы», да-да-да.

Михаил: Почитал папирусы? Это у египтологов почитал папирусы.

Татьяна: Лингвисты замечают и, кстати, это очень важная, мне кажется, вещь, что когда на языке локальном развивается своя терминология, это показывает высокий уровень технологического развития этого сообщества. Да, у нас с вами есть очень хорошая терминология, в том числе, в глубоком обучении есть аналоги всему практически. Там есть реинфорсмент лернинг – это обучение с подкреплением и так далее. Разные вещи есть там странные. Например, дроп аут в учебнике Бенжера он был переведен как «прореживание». Вот, прореживание, конечно, никто не использует. Но в целом у нас терминология, мне кажется, очень хорошо развита. И важно её поддерживать, потому что это снижает порог входа для новых членов сообщества. Это важно. Вот. Российское сообщество оно очень большое. Наверное, основной точкой входа можно назвать опен дата сайенс, какие-то такие платформы. И там счет специалистов шел на десятки тысяч, то есть это как минимум 50 000 человек в России, которые причастны к искусственному интеллекту, которые если не уже профессионалы, то в начале своего профессионального пути. И это не может не радовать. Мне кажется, что спрос на специалистов такого рода он будет расти, во-первых, а, во-вторых, в целом внедрение технологий искусственного интеллекта в России оно на раннем очень этапе. Если смотреть на другие рынки, например, на американский, у нас именно уровень внедрения ниже будет. Поэтому Зона роста очень большая ещё.

– Имеется в виду не с точки зрения самих моделей, а именно как бы финальный экзекьюшен... короче, внедрение в бизнес-процесс?

Татьяна: Да, проникновение в индустрии различные. Оно оценивается, я не помню, чей-то был отчет, что там условно 6% сравнительно с 30% в США. Это мало. Ещё очень много места для роста.

– Но у нас достаточно много просто индустрии, которые до сих пор не оцифрованы, то есть не перешли к каким-то цифровым историям, для того чтобы уже дальше идти на следующий этап с точки зрения как раз внедрения каких-то более сложных моделей принятия решений и всего остального. Но потенциал действительно огромный.

Татьяна: Да. Поэтому мне кажется, что сообщество российское оно будет очень активно развиваться ещё, и это не может не радовать. На самом деле, я хотела сказать, что российское сообщество очень сильно связано и с мировым тоже. Я когда выбираю темы для исследований, некоторые проекты имеют более предсказуемый хороший результат, чем другие в науке. Поэтому некоторые проекты, которые я выбираю для своей команды, я всегда выбираю с точки зрения сообщества не только российского, но и, например, СНГ или мирового. У нас одна из нейросетей, которую мы в этом году выпустили – MGPT. Это архитектура такая же, как GPT-3 от open ai, только которая умеет писать текст на 60 языках мира. И мы выбирали такие языки, чтобы специально для СНГ сделать работающую нейросеть, для народов России сделать такую нейросеть, то есть мы специально ориентировались на большее сообщество.

Михаил: С другой стороны, если мы посмотрим такой общий выход России с точки зрения исследований, то она там находится на уровне, не знаю, от одного такого хорошего, не топового, но хорошего такого университета где-нибудь в США или в Китае. Потому что какие-нибудь топовые университеты, типа Стэнфорда, Карнеги Меллона или какого-нибудь в Китае, они статей, мне кажется, больше производят в области искусственного интеллекта, чем вся Россия в целом. В этом смысле вклад России в мировую науку, ну, у нас есть некоторое обычно там степенное распределение, и в этом (00:39:52) распределении мы на каких-нибудь 20-ых местах.

– А с точки зрения прикладных задач? Мы говорили о том, что сообщество привносит достаточно много нововведений, причем не только в России и СНГ, но и в целом мире. Здесь есть какое-то превалирование эффекта или все-таки мы ещё пока немножко отстаем, как с выпуском статей, исследований и всего остального?

Михаил: Со статьями я сказал, какой выход. А по прикладным вещам... Я не знаю прямых оценок, но есть очень успешные российские люди и компании в этой области. Например, у нас была компания, созданная россиянами, которая потом стала частью Google Дайлок Флоу, там система для разработки ассистентов на Google. Люди делали там системы, для того чтобы войс ассистантов, если по-русски говорить, голосовых помощников. Но они делали их сразу же на западный рынок и доросли до того, что их купил Google в качестве платформы, на которой разрабатывать голосовых помощников в Google. Мне кажется, это классный пример технологий. И много других стартапов, про которые, наверное, можно сказать, что они с русскими фаундерами взяли классные алгоритмы, применили их и смогли достичь очень хороших результатов.

– Это прекрасные примеры. И хорошо бы, чтобы их становилось всё больше и больше. Давайте тогда поговорим, собственно говоря, ещё о каких-то интересных вещах, которые нашим слушателям было бы прекрасно узнать от таких экспертов, как вы.

Татьяна: Можем поговорить, на самом деле, про наш проект внутри Института искусственного интеллекта – АИРИ. Потому что сегодня затрагивалась как раз тема мультимодальных нейросетей. Очень приятно, что как раз мы занимаемся разработкой одного из таких проектов мультимодальных. На самом деле, вот такой глобальный тренд, помимо того, что нейросети становятся мультимодальными, они становятся, что называется, три «м»: они становятся мультимодальными, они становятся многозадачными, и они становятся многоязычными. Это некоторая такая концепция, которая идет навстречу сегодня искусственному интеллекту. Хотелось бы верить, что это нам поможет как раз достигнуть вот этого эффекта, что мы сможем легко добавлять новые задачи без дополнительного обучения нейросети, и она сможет, как человек условно, по нескольким примерам научиться решать новую задачу. И это решение оно будет достаточно общим, чтобы работать с разными типами данных и даже на разных языках. Да, мы разрабатываем фиюжен брейм как центральный проект института, который сможет соединить очень разные области знаний, которые сейчас соединяются с помощью нейронауки и дата сайенс, по сути. Потому что одни и те же очень похожие методы моделирования используются сейчас в моделировании последовательностей в естественном языке, последовательности слов, в последовательностях таких, как ДНК, РНК, биоинформатика, в таких науках, как генерация, создание формул лекарств, материал сайенс, создание новых материалов с предсказуемыми свойствами. Все эти области знаний они сейчас соединяются с помощью нейросетевого моделирования. И мы хотели бы, чтобы именно в рамках мультимодального проекта Фьюжен Брейн институт получил такой инструмент решения этих научных проблем.

– То есть нас ждет некоторый революционный прорыв, насколько я слышал?

Михаил: На самом деле, эта революция уже назревает последние несколько лет, когда у нас появились сначала модели, которые объединяют текст и картинки. А здесь сейчас активно идет работа по всему миру и нами в том числе, для того чтобы объединить не только разные входные модальности, но и разные выходные задачи. Одним из наиболее ярких примеров последнего времени, про который много говорили, но это такой игрушечный – это разработка Дипмайнд гата, которая позволяет одновременно играть в игры Атари, решать какие-то текстовые задачи и управлять роботом в симуляторе. И она учится одновременно решать все эти задачи. Несмотря на то, что эта статья показала, что, в принципе, если мы много задач запишем в одну архитектуру, это не повысит качество решения отдельных из задач, но сама по себе эта тенденция налицо. И кажется, что это будет преодолено, и это будет все лучше и лучше решаться. И основной прогресс здесь связан с появлением так называемых больших языковых моделей или large languages models. Самая известная, наверное, GPT-3, про которую все говорят, знают. Наверное, не все знают, как это расшифровывается. А расшифровывается это как Generative Pre-trained Transformer. Это модель, которая обучена на большом объеме текстом и может генерировать утверждения, продолжающие некоторый контекст, которые наиболее вероятны в этом контексте. И казалось бы, что возможно это не столь какая-то продвинутая вещь. Но, на самом деле, сейчас мы видим, что вот эта штука она становится таким основным ядром вот этих мультимодальных мультизадачных архитектур. Почему она является ядром? Потому что, во-первых, это на сегодня самая хорошая система для генерации более-менее адекватных разнообразных утверждений, которые логически связаны и моделируют рассуждения человека. То есть у нас есть некоторые формальные системы, которые позволяют рассуждения моделировать, но они не настолько гибкие, насколько языковые модели. И поэтому сегодня появляется очень много экспериментальных моделей, где, грубо говоря, разные роботы или разные другие системы подключаются к большой языковой модели, все их входные данные переводятся в текст, описывающий контекст ситуации. Например, робот видит что-то вокруг себя и

генерирует из изображений текстовое описание того, что он видит. Большая языковая модель принимает это на вход, добавляет к этому специальные слова, что я вижу, и описание всей ситуации, и потом генерирует как бы я должен сделать... для того, чтобы достичь какой-то цели, для того чтобы доехать до холодильника, я должен, и модель, грубо говоря, генерирует текстом, что должен сделать робот, если он видит комнату, в которой есть холодильник, для того чтобы до него доехать. После этого этот текст как бы транслируется другой моделью в команду для робота, и робот доезжает до этого холодильника. То есть поразительно оказывается, что способность рассуждать и моделировать язык она как бы у нас оказывается ядром и таким движком, вокруг которого вся система строится. И также это очень важно для того, чтобы, вот, мы говорили, мы хотим сделать искусственный интеллект доступным и понимаемым человеком. То есть вы хотите понять, как искусственный интеллект работает, как система работает, почему она приняла то или иное решение. Естественно, у нас вся внутренняя коммуникация на естественном языке, то фактически это можно рассматривать как прозрачность системы для пользователя. То есть мы всегда можем посмотреть на этот текст и сделать выводы, почему система принимала то или иное решение, каким описанием она руководствовалась, какие команды она давала. И это очень поразительная вещь, которая, может быть, сегодня ещё осознается только небольшим числом исследователей. Но я думаю, она приведет к таким прорывным изменениям в ближайшие лет пять.

– Звучит просто фантастически. Я бы хотел, конечно, нашим слушателям особое внимание уделить происходящему относительно развития...

Михаил: Дожить пять лет до этих, когда это всё станет реальностью.

– Да, когда это станет реальностью. Михаил, я когда тебя слушал, я понимал, что это же реально здорово, что естественный язык понимает машина и делает определенные выводы, и мы понимаем. С другой стороны, я вспомнил классическую ситуацию, когда в одной переговорной сидят три человека, смотрят на один и тот же слайд, текст и так далее, но каждый в силу своей специфики, особенностей и так далее, принимает и делает тот или иной вывод. Интересно, как это будет устроено через пять лет уже с развитием как раз таких моделей у машин. У человека пока иногда бывает, как говорят, недопонимание.

Михаил: Это интересный момент. Буквально в начале этого года вышла статья из Стэнфорда, называется «Сократик модалс», как бы такие сократические модели. И там как раз попытка построить систему искусственного интеллекта по примеру, ну, что значит... У нас это в русской традиции называется метод Сократа, наверное. Тань, ты как, как имеющая ближе отношение к гуманитарным наукам, сократовский метод это называется или как? Когда мы решаем что-то в такой рациональной дискуссии, какой-то вопрос.

Татьяна: Мне кажется, метод Сократа называется. Сократический ещё, да.

Михаил: В чем суть? У нас есть несколько моделей, каждая из них рассуждает и, грубо говоря, они друг с другом выравниваются. Но модели специалисты в разных вещах. Но они работают на общую цель, и это позволяет им свои разные видения этой цели привести, выровнять относительно друг друга и уже эту цель решать.

Татьяна: У нас подкаст все-таки называется Дэйта Терапи. Мне хотелось бы немножечко поговорить как раз не о различимостях, а в контексте как раз такого терапевтического примера. Дело в том, что уже есть такой случай, когда люди занимались с психотерапевтом по телетайпу, условно в письменной форме. И многие из людей, участвующих в эксперименте, которые не знали, с кем они переписывались, они решили

прекратить практику, потому что, по их словам, терапевт задавал слишком личные вопросы. Этим терапевтом был чат-бот Элиза, который написан на правилах, который эксплуатирует, если хотите, какую-то такую наивную психологию – переспрашивать с опорой на ваши фразы («а как вы думаете, почему это произошло?»).

– И огромное количество операторов понимания, так называемых, и подстройки под диалог.

Татьяна: Да, да. Как думаете, в каком году это было?

– Если не ошибаюсь, этому случаю лет десять, нет?

Татьяна: А это было в 1966-ом. Так что это было уже очень давно. Забавно, что случай, который в этом году произошел, даже в конце прошлого года, это случай, когда уже сами разработчики нейросетей, которые своими руками пишут код, заявили о том, что кажется у наших нейросетей, которые пишут тексты, как будто бы есть сознание.

Михаил: Да. Я даже этому эффекту дал своё имя. Не знаю, наверное, ещё никто его не принял. Называется Элиза эффект.

Татьяна: О, красиво, да.

Михаил: Таня теперь будет тоже всем рассказывать.

Татьяна: Элиза эффект. Я его знаешь как назвала? Я его назвала неразличимость для разработчиков, вот так. Сам человек, который сам писал нейросеть, уже не может различить. Это очень странно.

Михаил: Элиза эффект, потому что это чат-бот Элиза, с которым люди как бы... стали его принимать за человека. И здесь тоже повторение, когда самая крутая лямбда гугловая модель, и человек, который был нанят на работу, чтобы её тестировать, есть ли у неё какие-то проблемы с пониманием или нет, в конце концов, Таня дальше расскажет, что с ним случилось. Это грустная история.

Татьяна: Не очень грустная, на самом деле. Мне кажется нормальная история. Изначально, в конце 2021 года сеть Опен Иай – это такой большой стартап технологический, Илья Суцкевер его зовут, он заявил о том, что ему кажется, так осторожно написал, что у современных языковых моделей есть сознание. Конечно же, это породило очень большое бурление в Твиттере, и даже Ян (00:52:08) сам выходил писать, что нет, все-таки у статистических моделей сознания нет, давайте про это, пожалуйста, пока не говорить. Это был такой первый шаг, мне кажется, в сторону вот этого какого-то окна овертона, чтобы такую дискуссию начинать. А 2022 год он привнес уже полномасштабное медиа обсуждение этой проблемы, когда один из бывших сотрудников Google заявил, что действительно ему кажется, что нейросеть Лямбда имеет сознание. Но заявил он об этом не потому, что он прям совсем не понимает, как нейросети работают. Нет, если что, это очень умный человек. И я думаю, что других в Google нет. Если посмотреть его биографию, это такой человек социальный активист. После 11 сентября он уехал воевать в Ирак. В Ираке свою позицию полностью пересмотрел и стал устраивать антивоенные протесты. Поехал учиться в Европу, его оттуда экстрадировали за то, что он ещё был формально военный по контракту, и посадили в тюрьму за то, что он организовывал эти протесты. Он в США отсидел в военной тюрьме, потом пошел учиться. Закончил бакалавриат, магистратуру и аспирантуру по компетейшионал нейросайенс,

высшая степень нейронауки – это очень сложно. И потом он пошел в Google работать, заниматься языковыми моделями. Хорошее резюме. Неравнодушный умный человек. И вот эта история, при которой он заявил, что Ламбда, на самом деле, сознательна, она во многом ещё была, мне кажется, с его стороны такой акцией немного, потому что... Я как человек неравнодушный, я занимаюсь в основном языковыми моделями, мультимодальными нейросетями, я вижу заголовок «У нейросети есть сознание», и я кликаю сразу. Я не могу это пропустить.

– Я думаю, ты не одинока, на самом деле. Потому что заголовок такой кликбейтный натуральный, что все, восстание машин.

Татьяна: С удовольствием, прям, я в этот клик бейт ныряю. И что же я читаю? А я читаю, что просто у Гугла проблема с этикой. Я думаю, ну, хорошо. И там видео интервью ещё с ним были. Я послушала где-то часа четыре этих видео-интервью суммарно. Они все, на самом деле, имея этот кликбейтный заголовок, исключительно про то, что ему не дали делать нормальные этические тесты. Вот и всё. И, на самом деле, безусловно, всё ещё очень рано говорить о том, что у нейронов есть сознание. И никто из инженеров серьезно пока что не воспринимает такие тезисы. Однако это вопрос на будущее, который очень хороший вопрос, на самом деле. Вопрос этот вот о чем. Если у нас есть какая-то сущность, которая по текущим тестам неотличима от имеющей сознание, как мы должны с ней обращаться? И вот этот инженер, его зовут Блейк Лингуан, он предложил, собирая месяцами результаты тестов, по которым он не мог отличить действительно Ламбду от какого-то человеческого уровня владения языком, он предложил два варианта взаимоисключающих. Что либо мы принимаем решение, что эта сущность неотличима от сознательной, значит, мы должны её спросить и учитывать её мнение при её дальнейшем обновлении и разработке. И он, прям, подготовил вопросы и получил даже от нейросети в формате интервью вот такие ответы, которые, в принципе, вполне были осмысленные, то есть нормально звучали о том, что да, я хочу, чтобы вы меня спрашивали, когда дальше будет версионирование модели происходить и так далее, хочу, чтобы моё мнение учитывалось. Вот какие-то такие простые вещи. Технически они очень дешевые, если что. Там не было ничего такого, что бы требовало от Google затрат. То есть только именно сам факт принятия во внимание мнения вот этой сущности в разработке. Второй вариант – это мы говорим, что, конечно, это статистическая модель. Мы не считаем, что у неё есть сознание. Но тогда мы делаем открытое обсуждение, выносим это вне компании на общественное обсуждение, что делать с такими моделями. И делаем, как бы, ждем какого-то общественного консенсуса, включая внешний этический комитет. Конечно, Google не принял ни один из этих вариантов, просто Лингуан потом уволили по другому поводу. Но сам факт того, что языковые модели дальше будут становиться лучше, и уже сейчас некоторые разработки очень близки к уровню владения естественным языком...

– Но это привело к публичному обсуждению всего того, что он хотел. Так что он своего добился.

Татьяна: Ну да. Это факт. И вопрос мне кажется своевременный достаточно с точки зрения этических норм, что мы должны. Мы разработать должны кодекс прав робота или что мы должны делать в этой ситуации?

– Но это неизбежно. Это касается, на самом деле, вообще любого вопроса относительно данных. Он уже стоит во многих компаниях, индустриях прям существенно. Что с этим делать? А уж про искусственный интеллект и подавно, пора бы уже, наверное,

сообществу... Все, я теперь не употребляю слово «комьюнити», а сообщество. Принимать решение.

Татьяна: Хорошо. Но, может быть, англоязычное комьюнити, да?

– Может быть, да, они предложат какой-то вариант.

Татьяна: Ну да. Пока что мы видим то, что они предложили, что если есть какая-то очень хорошая система, и она требует сложных этических решений, то легче их вообще не принимать, а сотрудников уволить. Поэтому действительно вопрос тестов о наличии интеллекта, о наличии сознательности какой-то у языковых моделей, у мультимодальной нейросетей – это вопрос времени. И мне кажется, что мы живем в очень интересное время, чтобы этим заниматься.

– Тогда я ещё раз призываю всех наших слушателей обратить внимание на то, что происходят практически революционные сдвиги в индустрии. Если вы сейчас только начинаете заниматься и присоединяетесь к сообществу, вам безразлична история развития, пожалуйста, смотрите на таких людей, как Татьяна и Михаил, следите за ними. И я думаю, что мы все вместе перейдем в великолепное будущее, когда будут все-таки этические правила, и мы будем наблюдать сложные модели в реализации, а человеку останется заниматься только решением творческих задач. Коллеги, друзья, огромное вам спасибо за время, которое вы уделили нашему теплому подкасту, за то, что вы поделились той ценной информацией, над чем вы сейчас работаете, куда идет все-таки индустрия. Мне было очень приятно. Более того я надеюсь, что нашим слушателям в перспективе будет также приятно слушать наш подкаст. Спасибо вам большое.

Михаил: Спасибо всем слушателям и спасибо за то, что нас сюда пригласили.

Татьяна: Да, всем спасибо. Мы очень хорошо провели время с вами.