

УДК 167.5

DOI 10.17726/phillT.2023.2.3



Искусственный интеллект и эмоции

Корсакова-Крейн Марина Николаевна,

*преподаватель, Университет Туро, Лэндер-колледж для женщин
227 Запад, 60-я улица, Нью Йорк, 10023, США*

mnkors@gmail.com

Аннотация. Развитие разума идет по пути биологической эволюции в сторону накопления и передачи информации со все возрастающей эффективностью. Помимо когнитивных констант речи (Солнцев, 1974), которые значительно улучшили передачу информации, люди создали вычислительные устройства, от абакуса до квантового компьютера. Возможности вычислительных машин из тех, что относят к категории искусственного интеллекта, развиваются со стремительной скоростью. Однако на современной стадии у искусственного интеллекта (ИИ) отсутствует модуль эмоций, и это делает ИИ принципиально отличным от человеческого интеллекта, так как жизнь разума у людей не может быть отделена от их чувств (Damasio, 2010; Panksepp, 1997). Само сознание формируется с помощью сенсорных и двигательных систем, то есть оно воплощено (Foglia & Wilson, 2013), что означает, что наша психическая жизнь неотделима от нашего сенсорно-двигательного опыта (Wellsby & Pexman, 2014). Эволюционно наш разум опирается на древние механизмы выживания, которые влияют на наши решения и выбор. Отсюда, например, вопрос, будет ли выбор Искусственного Интеллекта всегда благоприятен для человечества.

Ключевые слова: эмоции; искусственный интеллект; воплощенное сознание; музыкальная психология; тональное пространство; феноменальная тональная гравитация.

Artificial Intelligence and Emotions

Korsakova-Krein Marina Nikolaevna,

*Lecturer, Touro University, Lander College for Women,
227 West 60th Street, New York, 10023, USA*

mnkors@gmail.com

Abstract. The development of the mind follows the path of biological evolution towards the accumulation and transmission of information with increasing efficiency. In addition to the cognitive constants of speech (Solntsev, 1974), which greatly improved the transmission of information, people have created computing devices, from the abacus to the quantum computer. The capabilities of computers classified as artificial intelligence are developing at a rapid pace. However, at the present stage, artificial intelligence (AI) lacks an emotion module, and this makes AI fundamentally different from human intelligence, since the life of the mind in humans cannot be separated from their feelings (Damasio, 2010; Panksepp, 1997). Consciousness itself is formed through the sensory and motor systems, that is, it is embodied (Foglia & Wilson, 2013), which means that our mental life is inseparable from our sensory-motor experience (Wellsby & Pexman, 2014). Evolutionarily, our minds rely on ancient survival mechanisms that influence our decisions and choices. Hence, for example, the question whether the choice of Artificial Intelligence will always be favorable for humanity.

Keywords: emotions; artificial intelligence; embodied consciousness; music psychology; tonal space; phenomenal tonal gravity.

Эмоции являются колыбелью человеческого сознания (Panksepp, 2005, 1998a). Выживание живых организмов зависит от их способности отзываться на сенсорную информацию, будь то бинарная протозэмоциональная реакция инфузории туфельки (у которой нет нервной системы) или восприимчивость сложного человеческого организма. Например, чувство страха вызывает у нас каскад реакций: от прекогнитивного включения вегетативной нервной системы, гомеостатических регулировок, активации двигательной системы вплоть до моральных рассуждений, задействующих высшие когнитивные функции. Эволюционные психологи определяют эмоции как программы высшего порядка (Tooby & Cosmides, 2008), которые координируют и синхронизируют все виды поведения живых организмов. Основные эмоциональные реакции на окружающую среду типичны и биологически детерминированы, что объясняется их ценностью для выживания. Первичной задачей всех сенсорных систем была регистрация внешнего движения (Oteiza & Baldwin, 2021; Winkler & Czigler, 2012); когда компоненты этих систем выходят из строя, жизнь организма оказывается под угрозой. Например, врожденная нечувствительность к боли чрезвычайно опасна для выживания ребенка (Zhang et al.,

2016). Если сенсорная система (например, зрение) не активизирована в особо чувствительный период раннего развития, то может произойти ее повреждение, а то и потеря функции этой системы (Hensch, 2016; Hubel & Wiesel, 1970).

Наряду с накоплением биологических инструментов выживания, эволюция создала человеческий разум, способный к абстрактным и сложным рассуждениям. Но даже когда люди задумываются об умозрительных идеях (возраст Вселенной, физические константы), их интеллект неотделим от их чувств (Damasio, 2010): все наши мысли и поступки окрашены «отношением», то есть эмоциями. Нейрофизиологическим центром эмоциональных реакций является лимбическая система. Окончательное определение всех составляющих лимбической системы все еще в работе, хотя некоторые структуры неизменно присутствуют во всех существующих моделях. Основными среди них являются гиппокамп (обучение и память), гипоталамус (гомеостатическая регуляция), миндалевидное тело (беспокойство) и околотовопроводное серое тело (защитное поведение, передача боли). Эти подкорковые структуры поддерживают возникновение эмоциональных состояний, влияющих на наше сознание и обеспечивающих ощущение себя, то есть самоощущение. Нейропсихология себя была сформулирована в двух влиятельных моделях: «сущностное Я» (Panksepp, 1998b) и «прото-Я» (Damasio, 1999). Обе модели подразумевают, что сознание воплощено (Damasio, 1994, 1996; Foglia & Wilson, 2013; Lakoff & Johnson, 1999; Merleau-Ponty, 1945/2012; Varela et al., 1991), то есть что наши сенсорные и двигательная системы тесно переплетены с нашей психической жизнью и что наши мысли и воображение формируются благодаря нашему активному взаимодействию с окружающей средой (Aziz-Zadeh & Ivry, 2009).

Биологически детерминированные, то есть базовые, эмоции объясняются на сегодня набором из семи эмоциональных систем (Panksepp & Biven, 2012; Davis & Montag, 2019), каждая из которых имеет свою четко определенную ценность для выживания и самого человека и его потомства: СТРАХ, ГНЕВ, ПОИСК / ОБУЧЕНИЕ, БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВЛЕЧЕНИЕ, ЗАБОТА / ВОСПИТАНИЕ, ПАНИКА, ИГРА. Среди этих систем две могут показаться неожиданными: ПОИСК / ОБУЧЕНИЕ и ИГРА. Мы биологически «настроены» на поиск питания, укрытия, друзей, партнера. Любопытство и жажда познания встроены в наш мозг самой эволюцией,

и эту особенность легко можно наблюдать в поведении детей. Мы любопытны по замыслу природы. Что касается системы ИГРА, то для детей игры и соревнования необходимы, чтобы вырасти в психологически здоровых взрослых. Именно в играх дети приобретают физическую ловкость и сноровку и обучаются принципам общения с другими человеческими существами (Colliver et al., 2022). Потребность в ИГРЕ не покидает нас со взрослением. Именно этой потребностью можно объяснить огромные материальные вложения, направляемые людьми на постройку стадионов, театров, концертных залов и всевозможных технологических «игрушек». За биологически правильное поведение во время ПОИСКА / ОБУЧЕНИЯ, за следование БИОЛОГИЧЕСКОМУ ВЛЕЧЕНИЮ, за верность ЗАБОТЕ / ВОСПИТАНИЮ и за увлечение ИГРОЙ наша глубинная нейробиология поощряет нас хорошим настроением с помощью эндогенных опиоидов (Парин, 2022) через активацию системы биологического вознаграждения (Blain & Sharot, 2021).

Следующий слой эмоций порождается матрицей общества. Помимо основных эмоций, дети осваивают правила поведения, которые обусловлены чувствами и переживаниями. Тот, кто берет на себя заботу о ребенке, предоставляет ему свой разум («внешний мозг»), чтобы подготовить ребенка к вступлению в общество людей. В отсутствие человеческого окружения ребенок упускает «критическое окно возможностей» (Robson, 2002) для нормального развития и выработки «исполнительных функций», такие как речь и самоконтроль (Barkley, 2001). Матрица человеческого общества обеспечивает среду для возникновения и развития нашей психической жизни высшего порядка, включая речь, искусство, технологии. В целом эмоциональное сознание формируется социальной матрицей, личным опытом и психологическим складом; даже маленькие дети отличаются по темпераменту, отсюда и широкий диапазон личностных различий.

При обсуждении человеческого сознания полезно упомянуть две нейробиологические модели мозга: модель триединого мозга Пола Маклина (1952, 1990) и модель основных функциональных блоков мозга Александра Лурии (1973). Эволюционная модель Маклина описывает ствол мозга и лимбическую систему как критически важные палеоструктуры, поддерживающие пробуждение («быть в сознании»), инстинктивные реакции (рефлекс-комплекс) и эмоциональное сознание, тогда как неокортекс поддерживает выс-

шие когнитивные функции, такие как способность думать словами о мысли, играть в шахматы, решать научные проблемы, сочинять музыкальные и поэтические произведения, изобретать инженерные решения, составлять планы и выполнять их. Если определить модель Лурии в чрезвычайно упрощенной форме, то она включает три блока мозга, деятельность которых взаимосвязана: первый блок обеспечивает тонус работы мозга, следующий блок занят сбором и обработкой сенсорной информации, третий блок организует и контролирует высшую психическую деятельность. Согласно модели Лурии о динамической организации высших психических функций, именно эволюционно молодые области мозга участвуют в мультимодальной интеграции. Чем выше повреждение головного мозга в эволюционной иерархии, тем специфичнее и причудливее расстройства восприятия (Koziol et al., 2011). Тогда как поражения неокортекса повреждают работу сознания, но не стирают его (Merker, 2007), поражения подкорковых структур могут вызывать коллапс умственной деятельности (Panksepp, 1998b; Watt & Pincus, 2004). Глубокие структуры мозга имеют решающее значение для поддержания нашего сознания, и именно работа нашей глубинной нейробиологии поддерживает наше существование.

Скоординированные и интегрированные реакции сложного живого организма на окружающую среду и сама жизнь организма зависят от гомеостатических процессов (Modell et al., 2015), протекающих посредством электрохимических связей. Центром гомеостатической регуляции является гипоталамус (структура в лимбической системе), где принимаются решения о выделении гормонов в кровеносную систему. (Электрические сигналы называют «валютой мозга». Типичный нейрон передает сигнал при помощи заряда, возникающего на мембране аксона, благодаря ионным каналам, что ведет к электрическому импульсу и к высвобождению нейромедиаторов в синаптическую щель между передающим и принимающим сигнал нейронами.) Цель гомеостаза – в поддержке оптимальных физиологических параметров организма в пределах, совместимых с жизнью. Речь идет о температуре тела, уровне глюкозы в крови, потребности в воде и еде и тому подобном. В физиологических процессах человеческого организма участвует огромная колония крошечных «существ», причем некоторые из них являются «нашими» клетками, а некоторые – «попутчиками» в виде микробов, вирусов, бактерий, образующих микробиоту человека (Leviatan

et al., 2022). Сотрудничество внутри этой колонии иллюстрирует эволюционное преимущество взаимной поддержки, от симбиоза бактерии митохондрии и прокариот (простейших одноклеточных организмов) до сложных физиологических систем человека – и до развитой цивилизации.

Чтобы подчеркнуть основную особенность живых существ, Перл (1988) и Фристон (2010) ввели в когнитивные науки концепцию марковского одеяла, определив границы биологической системы в статистическом смысле (Kirchhoff, 2018). Эти границы можно объяснить как «мембрану», поддерживающую целостность живого организма в его борьбе с энтропией. «Мембрана» позволяет организму получать информацию из окружающей среды, чтобы при необходимости запускать защитные действия на внешние события, причем защитные действия выработаны только для лимитированного вида событий (принцип свободной энергии, Friston, 2010). При условии того, что окружающая среда производит случайные и неожиданные ситуации, организм должен быть готов направить свои ресурсы на конечное число предполагаемых (ожидаемых) внешних условий. Другими словами, организм должен найти некое детерминистское решение внутренних состояний перед лицом непредвиденных флуктуаций извне, так чтобы реакции организма предвосхищали и удовлетворяли некое конечное количество ситуаций и не вели к потере ресурсов. Таким образом уровень внешней энтропии Шеннона (Шеннон, 2002) становится низким и свободная энергия уменьшается. В реальной ситуации реакции живых организмов на окружающую среду обычно обладают валентностью, положительной или отрицательной. По сравнению с позитивной информацией, негативная информация обладает приоритетом и ей уделяется больше внимания и больше ресурсов («предвзятость к негативности», Ito et al., 1998). Негативная информация, будь то громкий диссонирующий звук или внезапная опасная ситуация, как правило, вызывает физическое напряжение, указывая тем самым на связь между эмоциями и мышечным тонусом, то есть эмоциями и двигательной системой. Потеря возможности самостоятельного передвижения приглушает способность к эмоциональным переживаниям (Mack et al., 2005).

Судя по всему, изменения мышечного тонуса во время слушания музыки важны для генерации музыкальных эмоций. Мы интуитивно чувствуем разные уровни тонального напряжения в диссо-

нансных и согласных звуках, а также в устойчивых и неустойчивых тонах, из которых состоит мелодическая материя музыки. Другими словами, в художественной форме, называемой «универсальным языком эмоций», воспринимаемое напряжение является основным морфологическим принципом (Korsakova-Kreyn, 2018). Различия в воспринимаемом тональном напряжении элементов музыкальной материи позволяют создавать тональные паттерны и структуры (Krumhansl, 1997). Используя мелодические «триггеры», музыка передает виртуальные эмоции, которые разворачиваются вдоль стрелы времени (Лангер, 1942/2000; Scruton, 1997).

Понятия «напряжение» и «устойчивость» приняты в музыковедении как критически важные для объяснения основ музыкальной теории и функциональной гармонии. Из общепринятого признания этих перцептуальных особенностей музыки вытекают чрезвычайно интересные последствия. Например, известно, что восприятие консонансов и диссонансов (Bowling & Purves, 2015) не требует формального обучения, то есть наши ощущения основных мелодических элементов музыки не зависят от культурного окружения. Консонансы и диссонансы воспринимаются по-разному маленькими детьми (Trainor, 2004); более того, активация мозга в ответ на звуки консонансов и диссонансов различается у новорожденных (Virtala et al., 2013). (Даже только что вылупившиеся цыплята предпочитают консонансы [Chiandetti & Vallortigara, 2011].) Другими словами, главные элементы мелодической материи возникают во время взаимодействия физики звука и нейробиологии слуха (Helmholtz, 1975/2009). Воспринимаемое различие между консонансами и диссонансами зависит, судя по всему, от градиента нейронных затрат на обработку звуковой информации. Например, пифагорейские интервалы октава, квинта и кварта появляются в самом начале обертоновой серии любого натурального звука: вибрация струн и колонн воздуха производит мгновенно разворачивающиеся шлейфы призвуков, и в начале этих шлейфов находятся пифагорейские интервалы. Хотя мы слышим музыкальные звуки в виде «частиц» (и записываем их нотами), физика звука объясняет, что любой натуральный звук состоит из основного тона и обертонов. Именно взаимодействие между обертоновыми рядами определяет характер звуко сочетаний.

Когда два независимых звука образуют один из пифагорейских интервалов, это означает, что происходит дублирование «громкой»

начальной информации в обертоновой серии одного из звуков. Например, пифагорейский интервал октава образуется основным тоном и дублированием его первого обертона, а интервал квинта образуется основным тоном и дублированием его второго обертона. Таким образом, в истоке мелодических паттернов находится принцип наименьших затрат (Ferreiro, 1984): то, что легче обрабатывать системой слуха на уровне нейронных сетей, производит более согласное звучание, чем «трудоемкие», и потому напряженные, диссонансы. Изучение обратных сигналов из ствола головного мозга в ответ на элементы музыки (Bidelman & Krishnan, 2009, 2011) показывает, что консонансные звучания производят более когерентные сигналы, чем диссонансные.

Поведенческие исследования тоже указывают на важность воспринимаемого напряжения в музыке (Bigand et al., 1996; Корсакова-Крейн & Dowling, 2014). Именно воспринимаемое напряжение находится в основе перцептуальной схемы, благодаря которой человеческий разум может считывать музыкальную информацию. Эта схема – музыкальная гамма – вспыхивает в нашем сознании, как только наш разум улавливает звуки музыки (в отличие от речи или индустриальных и природных звуков). Гамма организована иерархически по принципу притяжения. Первый тон гаммы – тоника – служит центром устойчивости, к которому другие тона гаммы притягиваются в различной степени (Krumhansl & Kessler, 1982). Сегодня в мире музыки доминирует диатоническая гамма, состоящая из семи основных (диатонических) тонов и пяти хроматических тонов, что дает 12 основных мелодических интервалов. Поскольку мелодическая материя циклична (благодаря октавному эквиваленту), то те же семь нот образуют, например, диапазон рояля из 88 нот/клавиш. Абсолютная звуковысотность вторична для гаммы, поскольку стабильность того же самого звука зависит от того, на какой ноте строится гамма. Например, нота до устойчива в До мажоре и неустойчива в Ре-бемоль мажоре. Тотальная неустойчивость воспринимается как напряженная, а переход к устойчивости такое напряжение снимает. Когда мы слушаем музыку, наш разум заинтересован в отношении между музыкальными звуками, а не в их абсолютных физических значениях. Если акустика присваивает звуку числовое выражение – определяя амплитуду, частоту звучания, продолжительность и тембр звука, – то в музыке эти качества подчиняются логике мелодической мысли.

Вот почему мы узнаем знакомую мелодию, будь она спета басом, сыграна на трубе или озвучена на флейте пикколо, причем в разных тональностях. Как только музыкальные звуки входят в отношения с другими музыкальными звуками, образуя поле притяжения, они становятся тонами в акозматическом пространстве музыкальных идей. Следующим, более высоким уровнем в иерархии восприятия музыки является музыкальный синтаксис (Schoenberg, 1954/1969; Дубровский и др., 1965). Формула тональной гармонии содержит три основных трезвучия, различающихся по уровню тональной устойчивости. Эти трезвучия построены на диатонических ступенях I, IV, V, I и представляют три функции: тоническую, субдоминантовую и доминантовую. Тоническое трезвучие считается самым лаконичным выражением тональности. Наше ощущение тонального пространства не требует формальной подготовки (Holleran et al., 1995; Bigand et al., 2006; Schellenberg et al., 2005). Несмотря на расширение тонального пространства благодаря поискам новых средств выразительности, включая вновь найденное богатство гармоний, синтаксическая формула языка гармонии служит прочной основой для нашего ощущения музыкальных структур. Само использование слов «притяжение» и «неустойчивость» означает, что в музыке мы имеем дело с феноменальной тональной гравитацией (Scruton, 1997). Полевые силы в музыке позволяют создавать структуры различной сложности, от простых мелодий до массивных и глубоких по содержанию симфоний.

Учитывая, что в музыке отсутствуют когнитивные константы и видимые образы, она являет собой наиболее абстрактное искусство, способное передавать сложные человеческие эмоции с помощью самых примитивных реакций, присущих всему живому, а именно напряжения и расслабления. Если мы объединим градиент нейронных затрат, определяющий характер консонансов и диссонансов, с принципом тональной гравитации, работающей как связующая сила для создания музыкальных структур, то перед нами возникнет образ музыки как рисунок распределения энергий. Музыкальные произведения можно также представить как контролируемые во времени осцилляции вокруг центра устойчивости. Согласно Архаичной модели восприятия музыки (Korsakova-Kreyn & Dowling, 2014), эмоции в музыке тесно связаны с мгновенными сомато- и висцеромоторными реакциями, то есть с волнами напряжения и расслабления, производимыми

тонально-ритмическими паттернами музыки. Прослушивание определенной тонально-временной программы производит определенную эмоцию. Архаичная модель восприятия музыки означает, что прекогнитивная интеграция слуховых и сомато- и висцеромоторных реакций производит музыкальную эмоцию. Другими словами, корни музыкальных эмоций находятся в глубинах нейробиологии; музыкальное искусство основано на имитировании самых примитивных реакций, свойственных живым организмам. Язык музыки настолько прост, что он доступен людям разного возраста и разных когнитивных возможностей.

Появление музыкальной гаммы и синтаксиса явилось не результатом изобретений, но находками тех возможностей, что заложены в самой природе звука. Начиная с начала прошлого века, композиторы предпринимали разнообразные попытки избавления от «диктатуры тональности» (тональной системы отсчета) и создания новых схем восприятия. Например, правила для додекафонического письма в музыке Хауэра и Шонберга предупреждают появление иерархии тональных отношений, тогда как композиции с использованием случайных чисел Ксенакиса и алеаторика Булеза и Штокхаузена не предусматривают тональные отношения. Отказ от перцептуальной схемы коснулся не только музыки, но и изобразительного искусства, что очевидно в работах Кандинского, Лисицкого, Ротко, Малевича и других. По словам Тарускина, искусство начала XX века переживало «коллапс пространства и времени», чему были свои социальные и духовные причины.

Для исследователей человеческого сознания музыкальное искусство интересно своей способностью передавать/вызывать сложные переживания при крайней абстрактности самого языка музыки. Слушание музыки влияет на нейробиологию мозга (Chanda & Levitin, 2013) и задействует систему биологического вознаграждения (Blood & Zatorre, 2001; Panksepp & Bernatsky, 2002). Музыка помогает нормализовать движения у пациентов с болезнью Паркинсона (Ashoori et al., 2015), ослабляет ощущение боли в послеоперационный период (Nilsson, 2008; Gogoularadja & Bakshi, 2020), ускоряет восстановление когнитивных функций после инсульта (Särkämö et al., 2008). Занятия музыкой повышают IQ у детей (Forgeard et al., 2008) и создают когнитивный резерв у взрослых (Seinfeld et al., 2013). Эти характерные влияния музыкального искусства все еще не всегда ясны с научной точки зрения, хотя есть

принятое понимание того, что музыка задействует глубокие слои нашей нейробиологии. На древние источники музыкальных эмоций указывают синестетические ощущения слушателей в ответ на движение в тональном пространстве. Синестезией называют явление активации данной модальности восприятия (например, зрения) посредством воздействия информации от совсем другой сенсорной системы (например, слуха). Существует мнение, что явление синестетических ощущений происходит благодаря активации древних мультимодальных аксонных пучков (Moeller, 2009, личная беседа). К известным синестетам принадлежат писатель Владимир Набоков, композитор Николай Римский-Корсаков, скрипач Ицхак Перельман. В музыкальной педагогике для описания характера музыкальных гармоний привычно используют слова синестетического порядка, например яркий или теплый. Тем не менее, эмпирическое открытие стойкого синестетического компонента в восприятии музыки (Korsakova-Kreyn & Dowling, 2014; Корсакова, 2022) было скорее неожиданным. Измерение реакций слушателей в нашем исследовании происходило с использованием семантического дифференциала, который включал такие полярные шкалы, как теплый-холодный и яркий-темный. Построенная на данных карта тональных расстояний соответствует основам функциональной гармонии. Более того, синестетическая дифференциация слушателями тональных расстояний имела отношение к воспринимаемому тональному напряжению.

Возвращаясь к факту отсутствия модуля эмоций у существующих моделей Искусственного Интеллекта, нам нетрудно представить, почему создание этого модуля ставит серьезные задачи перед разработчиками ИИ. Например, нейродинамика эмоций еще плохо изучена. Но, как было показано в вышеизложенном обзоре основ музыкальной психологии, даже когда используется такой чрезвычайно простой и интуитивный способ передачи информации, как музыка, то он обращается к специфическим возможностям человеческого сознания, меняет психологическое состояние слушателя и влияет на физиологические параметры его организма (Федотчев и др., 2019). Тогда как «программирование» рисунков информации в музыке опирается на примитивные методы (включающие градиент нейронных затрат на обработку мелодических элементов и интуитивное ощущение феноменальной тональной гравитации), восприятие этой информации человеческим разумом, то есть рас-

шифровка тонально-ритмических программ, производит эстетические эмоции. В отличие от биологически детерминированных базовых эмоций, эстетические эмоции характеризуются ощущением прекрасного, опорой на культурные традиции, бескорыстным интересом и влиянием особенностей темперамента и личных воспоминаний слушателя. Простое перечисление этих компонентов показывает маловероятность создания надежной детерминистской модели сложных эмоций. Но именно способность к переживанию сложных чувств характерна для развитого человеческого сознания.

Поскольку разработки новых технологий и Искусственного Интеллекта будут неизбежно продолжаться, то есть смысл в создании защитных условий в предвосхищении будущих проблем. Например, супермощные и супербыстрые вычислительные машины могут в какой-то момент перейти к независимой «машинной» эволюции, валентность которой для будущего человечества нам не дано предугадать. Существует мнение, что человеческие существа, использующие ИИ, заменят в будущем тех существ, которые не используют ИИ (Mostaque, CEO Stability AI). Смогут ли будущие модели ИИ воссоздать эквивалент лимбической системы и ее взаимодействие с высшими когнитивными функциями человека, так чтобы приблизиться к источнику эмоционального сознания, определяющего человеческие отношения, техническое изобретательство и художественное творчество? Более того, тогда как предпосылки для моральных суждений «встроены» природой в человеческое сознание и проявляются в раннем детстве (Wynn & Bloom, 2014), неизвестно, будет ли возможно выработать принципы квазичеловеческой морали у ИИ. На сегодня не ясно, сможет ли человечество найти в ИИ надежного союзника, способного стать полезным компонентом в матрице человеческого общества, или, напротив, развитие ИИ может со временем создать опасность для выживания человеческого рода.

Литература

1. Ashoori, A., Eagleman, D. M., & Jankovic, J. (2015). Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*. 6(234) <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00234>.
2. Aziz-Zadeh, L., Ivry, R. B. (2009) The human mirror neuron system and embodied representations. In: Sternad D. (eds) *Progress in Motor Control. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 629. Springer, Boston, MA. doi.org/10.1007/978-0-387-77064-2_18.
3. Barkley, R. A. (2001). The executive functions and self-regulation: An

- evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review* 11, 1-29. doi.org/10.1023/A:1009085417776.
4. *Blain, B. & Sharot, T.* (2021). Intrinsic reward: potential cognitive and neural mechanisms. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 39: 113-118. doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.03.008.
 5. *Bidelman, G. M. & Krishnan, A.* (2009). Neural correlates of consonance, dissonance, and the hierarchy of musical pitch in the human brainstem. *The Journal of Neuroscience*, 29 (42), 13165-13171.
 6. *Bidelman G. M. & Krishnan A.* (2011). Brainstem correlates of behavioral and compositional preferences of musical harmony. *NeuroReport*, 22:212-216.
 7. *Bowling, D. & Purves, D.* (2015). A biological rationale for musical consonance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(36), 11115-11160.
 8. *Chiandetti, C. & Vallortigara, G.* (2011). Chicks like consonant music. *Psychological science*, 22(10), 1270-1273.
 9. *Colliver, Y., Harrison, L. J., Brown, J. E., & Humburg, P.* (2022). Free play predicts self-regulation years later: Longitudinal evidence from a large Australian sample of toddlers and preschoolers. *Early Childhood Research Quarterly*, 59, 148-161. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2021.11.011>.
 10. *Damasio, A.* (2010). *The Self comes to mind. Constructing the conscious brain.* New York, NY: Pantheon.
 11. *Damasio, A.* (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain.* New York, NY: Penguin Publishing Group.
 12. *Damasio, A. R.* (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex, *Philosophical Transaction: Biological Sciences*, 351, 1413-1420.
 13. *Дубровский, И., Евсеев, С., Способин, И., Соколов, В.* (1965). *Учебник гармонии: Москва.*
 14. *Федотчев, А. И., Парин, С. Б., Полевая, С. А., Земляная, А. А.* (2019). Эффекты аудио-визуальной стимуляции автоматически контролируют биоэлектрические потенциалы мозга и сердца человека. *Человеческая физиология*. 45 (5), 523-526. doi.: 10.1134/s0362119719050025.
 15. *Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., & Schlaug, G.* (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PLoS ONE*. 2008;3: e3566-e3566.
 16. *Ferrero, G.* (1894). L'inertie mentale et la loi du moindre effort. *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, 37, 169-182.
 17. *Foglia, L. & Wilson, R. A.* (2013). Embodied cognition. *WIREs Cognitive Science*, doi: 10.1002/wcs.1226.
 18. *Friston, K.* (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11 (2), 127-138. <https://dx.doi.org/10.1038/nrn2787>.
 19. *Gogoularadja, A. & Bakshi, S. S.* (2020). A randomized study on the efficacy of music therapy on pain and anxiety in nasal septal surgery. *International Archives of Otorhinolaryngology*, e232-e236. doi: 10.1055/s-0039-3402438.

20. *Helmholtz, H. L. F.* (1975/2009). On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music. 3rd edition, Tr. Ellis, A. J., Cambridge University Press: UK.
21. *Hensch, T.K.* (2016). The power of the infant brain. *Scientific American*, 64-69.
22. *Hubel, D. H., & Wiesel, T. N.* (1970). The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *Journal of Physiology*, 206, 419-436.
23. *Ito, T. A., Larsen, J. T., Smith, N. K., & Cacioppo, J. T.* (1998). Negative information weighs more heavily on the brain: The negativity bias in evaluative categorizations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 75 (4), 887-900.
24. *Kirchhoff, M., Parr, T., Palacios, E., Friston, K., & Kiverstein, J.* (2018). The Markov blankets of life: autonomy, active inference and the free energy principle. *Journal of the Royal Society. Interface*. 15(138). DOI: 10.1098/rsif.2017.0792.
25. *Koziol, L. F., Budding, D. & Chidekel, D.* (2011). Sensory integration, sensory processing, and sensory modulation disorders: Putative functional neuroanatomic underpinnings, *The Cerebellum*, 10(4), 770-92. DOI: 10.1007/s12311-011-0288-8.
26. *Krumhansl, C. L.* (1997). An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 51, 336-335.
27. *Krumhansl, C. L.* (2005). The cognition of tonality – as we know it today. *Journal of New Music Research*, 33, 253-268.
28. *Krumhansl, C. L. & Kessler, E.* (1982). Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Review*, 89, 334-368.
29. *Lerdahl, F. & Krumhansl, C. L.* (2007). Modelling tonal tension. *Music Perception*, 24(4), 329-366.
30. *Korsakova-Kreyn, M.* (2018). Two-level model of embodied cognition in music. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 28(4), 240-259. DOI: 10.1037/pmu000022.
31. *Корсакова-Крейн, М.* (2019). Язык музыки и его психофизические основы (обзор). Новые технологии в медицине. 11 (1), 40-45. DOI: <http://doi.org/10.17691/stm2019.11.1.04>.
32. *Корсакова, М. Н.* (2022). Мозг и музыка: Как чувства проявляют себя в музыке и почему ее понимание доступно всем. М.: АСТ, Прайм, Россия.
33. *Lakoff, G. & Johnson, M.* (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to Western thought*. New York, NY: Basic Books.
34. *Leviatan, S., Shoer, S., Rothschild, D. et al.* (2022). An expanded reference map of the human gut microbiome reveals hundreds of previously unknown species. *Nature Communications*, 13, 3863 <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31502-1>.
35. *Лангер, С.* (1942/2000). *Философия в новом ключе: исследование*

- символики разума, ритуала и искусства. (Пер. с англ. С.П. Евтушенко; Общ. ред. и послесловие. В.П. Шестакова). М.: Мыслители XX века. ISBN 5-250-027-47-4.
36. *Luria, A. R.* (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. New York, NY: Basic Books.
 37. *MacLean, M.D.* (1952). Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 4 (4), 407-418.
 38. *MacLean, P.D.* (1990). *The triune brain in evolution. Role in paleocerebral functions*. New York, NY: Plenum Press.
 39. *Merleau-Ponty, M.* (1945/1962). *Phenomenology of perception*. Trans. C. Smith. London, UK: Routledge and Kegan Paul.
 40. *Modell, H., Cliff, W. Michael, J., McFarland, J., Wenderoth, M.P. & Wright, A.* (2015). A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiology Education*. 39(4), 259-66. doi: 10.1152/advan.00107.2015.
 41. *Nilsson, U.* (2008). The anxiety and pain reducing effect of music interventions in perioperative care; a systematic review, *AORN Journal*, 87(4), 780-807.
 42. *Panksepp, J.* (1998a). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. New York, NY: Oxford University Press.
 43. *Panksepp, J.* (1998b). The periconscious substrates of consciousness: affective states and the evolutionary origins of the SELF. *Journal of Consciousness Studies*, 5, 566-582.
 44. *Panksepp, J., and Biven, L.* (2012). *The archaeology of mind: Neuroevolutionary origins of human emotion*. New York, N Y: W. W. Norton & Company
 45. *Panksepp, J.* (2005). Affective consciousness: core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and Cognition*. 14, 30-80. doi: 10.1016/j.concog.2004.10.004.
 46. *Парин, С.* (2022). Стресс, боль и опиоиды. Об эндорфинах и не только. Издательство Дискурс: Минск, Беларусь.
 47. *Pearl, J.* (1988). *Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
 48. *Ramachandran, V. S. & Hubbard, E. M.* (2003). Hearing colors, tasting shapes, *Scientific American*, 288(5), 42-49.
 49. *Robson, A. L.* (2002). Critical/sensitive periods. *Child Development*. Ed. Neil J. Salkind. New York: Macmillan USA.
 50. *Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S. et al.* (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131, 866-876.
 51. *Солнцев В. М.* К (1974). К вопросу о семантике или языковом значении (вместо предисловия). *Проблемы семантики*, М.: Наука.
 52. *Shepard, R. & Cooper, L.* (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
 53. *Schoenberg, A.* (1954/1969). *Structural functions of harmony*. Stein, L. (Tr.). Chicago, IL: University of Chicago Press.

54. Schellenberg, E. G., Bigand, E., Poulin-Charronnat, B., Garnier, C., & Stevens, C. (2005). Children's implicit knowledge of harmony in Western music. *Developmental Science*, 8 (6), 551-566.
55. Scruton, R. (1997). *The Aesthetics of Music*, Oxford University Press: UK.
56. Seinfeld, S., Figueroa, H., Ortiz-Gil, J., & Sanchez-Vives, M.V. (2013). Effects of music learning and piano practice on cognitive function, mood and quality of life in older adults. *Frontiers in Psychology*. 1,4:810. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00810.
57. Шеннон, К. (2002). Работы по теории информации и кибернетике. М.: Издательство иностранной литературы.
58. Tooby, J., & Cosmides, L. (2008). The evolutionary psychology of the emotions and their relationship to internal regulatory variables. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, & L. F. Barrett (Eds.), 3rd edition. *Handbook of emotions*. New York, NY: Guilford.
59. Trainor, L. J. (2004). Are there critical periods for music development? *Developmental Psychobiology*, 46, 262-278.
60. Trainor, L. J. & Heinmiller, B. M. (1998). Infants prefer to listen to consonance over dissonance. *Infant Behavior and Development*. 77-88.
61. Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind. Cognitive science and human experience*. Cambridge, MA: MIT Press.
62. Virtala, P. & M. Tervaniemi. (2017). Neurocognition of major-minor and consonance-dissonance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 34 (4), 387-404.
63. Watt, D. F., & Pincus, D. I. (2004). Neural substrates of consciousness: implications for clinical psychiatry. In *Textbook of Psychiatry*, ed. J. Panksepp (Hoboken, NJ: Wiley), 75-110.
64. Wellsby, M. & Pexman, P. M. (2014). Developing embodied cognition: insights from children's concepts and language processing. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-10.
65. Wynn, K., & Bloom, P. (2014). The moral baby. In M. Killen & J. G. Smetana (Eds.), *Handbook of moral development* (pp. 435-453). Psychology Press.
66. Zhang, S., Sharif, S. M. S., Chen, Y-C. et al. (2016). Clinical features for diagnosis and management of patients with PRDM12 congenital insensitivity to pain. *Journal of Medical Genetics*, 53(8). DOI: 10.1136/jmedgenet-2015-103646.