

Технологии информационного общества

## РОБОТЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ ЗРЕНИЕМ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ РЫНКЕ ТРУДА

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета А.Н. Райковым 31.01.2020

**Брындин Евгений Григорьевич**

*Исследовательский центр «Естествоинформатика», директор  
Новосибирск, Российская Федерация  
bryndin15@yandex.ru*

### Аннотация

*Искусственный интеллект робота – это цифровой двойник интеллекта человека, способный к обучению, переобучению, самореализации и развитию профессиональных и поведенческих креативных инновационных компетенций и навыков. Робот представляет собой технологический и программный когнитивный комплекс. Реализация искусственного интеллекта роботом осуществляется на основе критерия предпочтений накапливаемых профессиональных и поведенческих креативных инновационных компетенций и навыков. Спектроскопическое зрение робота воспринимает предметы и объекты по их спектру частот. Для обучения робота распознаванию предметов и объектов используется частотная спектральная технология машинного обучения. Спектроскопическое зрение воспринимает спектр излучений предметов, а искусственная обученная нейронная сеть распознает их по спектру.*

### Ключевые слова

*искусственный интеллект, цифровой двойник, критерий предпочтений, функция полезности, качественного отбор, спектроскопическое зрение*

### Введение

Роботы могут решать множество разнообразных практических задач. Медицина, банковское обслуживание, промышленность, образование, гостиничный бизнес и даже развлечения – основные области применения роботов.

Здравоохранение – одна из самых прогрессивных сфер, в которой применяется труд роботов. В настоящее время активно развивается роботизированная хирургия. В медицине достигнут большой прорыв с тех пор, как стали использоваться бионические протезы, которыми человек может управлять при помощи собственной нервной системы. Более того, при помощи протеза человек может чувствовать прикосновение, тепло и давление.

Роботизированные системы применяют в сфере безопасности: устройства со специальными датчиками оперативно обнаруживают пожароопасные ситуации и успешно предотвращают их.

Современные заводы и предприятия далеко продвинулись за счет современных технологий. Автоматизированные промышленные роботы применяются для сварки, укладки, покраски и прочих операций, требующих многократного повторения и высокой точности.

В Японии, России, Тайване, Китае и других развитых странах создали андроидов, которые умеют поддерживать беседу и даже шутить.

Космонавты-роботы активно используются человеком в освоении просторов Вселенной. Они собирают образцы почвы и исследуют новые пространства в условиях повышенной радиации и экстремальных температур. Российский Робот FEDOR (Final Experimental Demonstration Object Research) – антропоморфный робот является космонавтом Skybot F-850.

Появляются роботы для высокотехнологичной работы, которая по зубам искусственному интеллекту.

---

© Брындин Е.Г., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

С появлением искусственных нейронных сетей в современном мире роботы научились творить. В современной жизни человек уже использует роботов во всех сферах своей деятельности. В большинстве своём роботы являются незаменимыми помощниками. Человек пытается создать для своих роботов искусственный интеллект. С искусственным интеллектом роботы смогут самостоятельно оценивать происходящее вокруг них и принимать решения по действиям, которые им необходимо произвести.

Развитие технологий ИИ и машинного обучения и их применение в робототехнике является необходимым условием для создания действительно полезных и умных роботов. Статистические методы и машинное обучение, включая искусственные нейронные сети глубокого обучения, оказали громадное влияние на современную робототехнику. Идет усложнение архитектуры сетей и увеличение ее емкости при сохранении приемлемой скорости обучения, а также развитие систем, которые позволяют нейронным сетям работать с минимальным энергопотреблением. Важной задачей в повышении эффективности машинного обучения является уменьшение обучающей выборки при сохранении скорости и качества обучения. Начинается обучение алгоритмам действия. Нейронная сеть, обученная на примере одного размеченного датасета, может самостоятельно обучаться и делать выводы на неразмеченных датасетах. В результате процесс обучения становится быстрее, обрабатываются большие массивы данных, а качество результатов повышается.

Текущая практика робототехники показывает, что наилучших результатов в увеличении производительности труда можно добиться от максимальной эффективности связи команд роботов и людей, работающих совместно для достижения общей цели. Повышение социального взаимодействия между человеком и роботами в повседневной и рабочей жизни является предметом многочисленных исследований, некоторые из них стали основой целых много миллиардных индустрий. Примером успешной реализации технологий социального взаимодействия являются голосовые помощники и чат-боты.

Роботы уже могут и фиксировать навыки движения человека, и копировать его. Машинное обучение позволяет повысить эффективность работы приводов и улучшить возможности передвижения. В результате выполнение движений повышенной сложности будет достигаться более простыми средствами. Сейчас разработки в данном направлении ведут Boston Dynamics и MIT с роботом Atlas. Исследователи надеются, что в случае успеха применение нейронных сетей позволит найти новые варианты движений, которые будут эффективнее. В ближайшие годы качество обучения улучшится, равно как и повысится степень автономности роботов.

Существует ряд социально-экономических вопросов, связанных с человеко-машинным взаимодействием. Сложные технологии не вызывают доверия со стороны граждан. Ближайшие годы уйдут на повышение безопасности и стандартизацию создания, применения и поведения роботов [1].

В статье кратко рассматривается подход к созданию роботов со спектроскопическим зрением и искусственным интеллектом, способного работать на рынке высокотехнологичного труда.

## 1 Когнитивная умная архитектура робота

Когнитивная умная архитектура включает искусственные нейронные сети, алгоритмы машинного обучения, когнитивную систему smart big data, систему качественного отбора (рис. 1).

Когнитивная архитектура робота на основе критерия предпочтений развивает функциональную деятельность. Умная когнитивная архитектура робота шаг за шагом определяет, как лучше всего достичь заданных целей и реализовать предпочтения посредством действий функции полезности на основе качественного отбора. Профессиональное самосовершенствование осуществляется путем машинного переобучения по критерию предпочтений на основе обширной статистики качественного отбора накопленных креативных инновационных навыков и компетенций в период шестого технологического уклада индустрии 4.0. Умная когнитивная архитектура робота развивает его искусственный интеллект путем машинного переобучения, на основе обширной статистики накапливаемых в базе знаний креативных инновационных компетенций и в базе умений соответствующих профессиональных и поведенческих навыков [2-11].

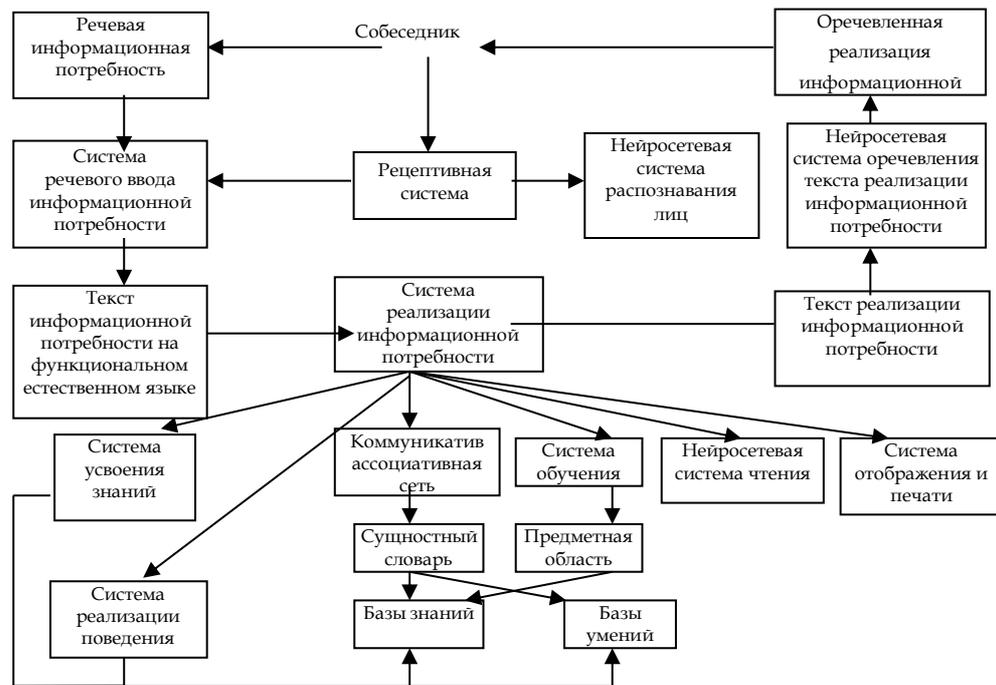


Рис. 1. Архитектура работа с искусственным интеллектом

## 2 Методы автоматизации

Прежде всего это многочисленные методы моделирования процессов (физических и информационных), которые как оценивают его текущую работу, так и позволяют делать прогнозы на будущее: как поведет себя модель при изменении того или иного ее параметра. Другие методы дают возможность изучить внешние параметры и структуру объекта еще до его создания, проанализировать свойства или же изучить имеющиеся параметры и выполняемые процессы. Третьи – получить данные и надежности объекта или системы, получаемые на базе модели, анализирующей последствия рисков. При этом все данные можно получать совместно и анализировать их в комплексе.

Индустрия 4.0 предлагает вариант получения цифровых двойников технологических процессов: за счет средств машинного обучения нейросетей, использующих огромный массив данных о производственном процессе. Необходимо собрать много данных, поэтому нужна по-настоящему надежная стратегия сбора и обработки, чтобы использовать полные данные и получить конкурентное качество продукции. Цифрового двойника требуется переобучать после реконструкции или модернизации технологического процесса.

Также требуется строить точные аналитические модели, которые можно будет применить к каждому из цифровых двойников. Под цифровым двойником подразумевается комплекс цифровых технологий, которые используют подходы статистического анализа, машинного обучения, химии, физики, теории управления, теории надежности, теории массового обслуживания, численного моделирования, оптимизации, имитационное моделирование.

Решения с использованием цифровых двойников строятся на целом комплексе технологий. Виртуальная модель, как правило, находится в облаке. Для построения комплексной модели цифровых двойников применяются различные инструменты, в частности, используются численные методы моделирования физических процессов в материалах объекта с целью прогнозирования реакции изделия на различные эксплуатационные нагрузки.

Для построения комплексной модели двойника технологического процесса используются численные методы моделирования физических процессов в материалах объекта. С помощью метода конечных элементов (FEA – Finite Element Analysis) можно моделировать поведение сложных систем путём разбиения их на множество элементов, достаточно малых для того, чтобы рассматривать их свойства как однородные. Также применяются CAD-модели (англ. computer-aided design/drafting, средства автоматизированного проектирования), которые несут информацию о внешнем виде и структуре объектов, материалах, процессах, размерах и прочих параметрах. Используются также FMEA-модели (Failure Mode and Effects Analysis, анализ видов и последствий

отказов), основанные на анализе надежности систем. Они могут объединять математические модели отказа со статистической базой данных о режимах отказа. Фактически это методология проведения анализа и выявления наиболее критических шагов производственных процессов.

Эксперты выделяют три типа двойников: цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype, DTP), цифровые двойники-экземпляры (Digital Twin Instance, DTI) и агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate, DTA).

**Digital Twin Prototype (DTP, прототипы)** представляет собой виртуальный аналог имеющегося в реальности физического объекта. Он включает данные для всесторонней характеристики модели, включая информацию по его созданию в реальных условиях. В перечень входят:

- требования к производству,
- трехмерная модель объекта,
- описание материалов и их специфика,
- выполняемые технологические процессы и/или услуги,
- требования к утилизации.

DTP-двойник характеризует физический объект, прототипом которого он является, и содержит информацию, необходимую для описания и создания физической версии объекта. Эта информация включает требования к производству, аннотированную трехмерную модель, спецификацию на материалы, процессы, услуги и утилизацию.

**Digital Twin Instance (DTI, экземпляры)** представляют собой данные по описанию того или иного физического объекта. В большинстве случаев они содержат:

- аннотированную трехмерную модель, включающую общие размеры и допуски,
- данные о материалах с учетом используемых в прошлом и настоящем времени и компонентах,
- информацию о выполняемых процессах во всех временных отрезках, включая выполненных при создании объекта,
- итоги всех тестовых операций,
- записи о проведенных ремонтах (плановых, внеплановых, предупредительных), ТО, замененных деталях и компонентах,
- операционные данные, полученные от датчиков,
- параметры мониторинга (ранние, текущие и ожидаемые).

DTI-двойники описывают конкретный физический объект, с которым двойник остается связанным на протяжении всего срока службы. Двойники этого типа обычно содержат аннотированную 3D-модель с общими размерами и допусками, спецификацию на материалы, в которой перечислены текущие и прошлые компоненты, спецификацию на процессы с перечислением операций, которые были выполнены при создании этого физического объекта, а также результаты любых тестов на объекте, записи о сервисном обслуживании, включая замену компонентов, операционные показатели, результаты тестов и измерений, полученные от датчиков, текущие и прогнозируемые значения параметров мониторинга.

**Digital Twin Aggregate, DTA (агрегированный двойник)** – это стандартная вычислительная система, объединяющая все цифровые двойники и их реальные прототипы, позволяющая собирать данные и обмениваться ими. DTA-двойники определяются как вычислительная система, которая имеет доступ ко всем цифровым двойникам-экземплярам и может посылать им запросы в режиме случайных или активных опросов.

Цифровой двойник позволяет по минимальным ключевым параметрам воспроизвести все остальные показатели объекта. С помощью этой технологии можно решать различные классы задач диагностики состояния объекта, прогнозирования, оптимизации работы, управления.

Цифровая модель содержит также историю обслуживания и эксплуатации изделия. В совокупности все эти данные позволяют прогнозировать поведение реального объекта. Кроме того, возможен мониторинг и тестирование целого парка объектов и проведение анализа на основе агрегированных данных.

Важно отметить, что в цифровых двойниках задействованы и технологии машинного обучения, потому что они являются, по сути, самообучающимися системами, которые используют информацию из целого ряда источников, включая данные с датчиков, осуществляющих мониторинг различных показателей рабочего состояния физического объекта, сведения от

специалистов-экспертов и от других подобных машин или парков машин, а также более крупных систем, частью которых может быть наблюдаемый физический объект.

Цифровые двойники можно создавать и для целого предприятия вместе со всеми его бизнес-процессами. Методы автоматизации позволяют оцифровать производственный процесс и представить в виде цифрового двойника, который служит для того, чтобы увидеть ту или иную ситуацию в развитии, предугадать ее конечный результат и постараться смоделировать оптимальный путь развития.

Цифровые двойники стали действительно сильным катализатором развития современных компаний. Цифровые двойники совместно с роботами [12-14] значительно упрощают техническую поддержку производственного процесса, экономят ресурсы, минимизируют риски ошибок и сбоев, что продлевает срок стабильной работы компании. Все это позволяет получить максимально возможную отдачу от инвестиций, повысить конкурентоспособность и нарастить спрос.

### 3 Подходы к выявлению предпочтений

Искусственный интеллект достигает целей на основе предпочтений. Выявить предпочтение на множестве объектов  $A$ , это значит указать множество всех тех пар объектов  $(a, b)$ , для которых объект  $a$  предпочтительней, чем  $b$ . При выявлении предпочтения возможны следующие подходы.

#### 1. Безусловный подход на основе таблицы.

Будем заполнять таблицу по принципу:

$a_{ij}=1$ , если  $i$ -ый объект лучше объекта  $j$ ;

$a_{ij}=0$ , если  $i$ -ый объект хуже объекта  $j$ .

#### 2. Логический подход.

Подход включает три этапа:

- выделяются частные критерии, по которым происходит выбор предпочтений;
- составляется таблица «альтернативы-частные критерии», в которой для каждой альтернативы указываются значения количественных частных критериев или ранги качественных критериев.
- выбирается *решающее правило* для определения лучшей альтернативы.

Поскольку рассматриваемые частные критерии – качественные, им даны не количественные, а ранговые оценки (по предпочтениям). Ранговые оценки можно рассматривать как баллы. На их основе нужно определить предпочтение. Для этого создается решающее правило. Например, 1,2,3.

1. *Абсолютное предпочтение*. Альтернатива  $a_i$  предпочтительней альтернативы  $a_j$ , если по всем частным критериям  $a_i$  предпочтительней  $a_j$  или эквивалентна ей. Абсолютное предпочтение обладает свойством транзитивности (если  $A$  предпочтительней  $B$  и  $B$  предпочтительней  $C$ , то  $A$  предпочтительней  $C$ ).

2. *Предпочтение по правилу большинства*. Альтернатива  $a_i$  лучше, чем  $a_j$ , если количество частных критериев, по которым  $a_i$  лучше  $a_j$ , больше количества критериев, по которым  $a_i$  хуже  $a_j$ .

3. *Критерий наибольшей суммы балльных оценок*. Вместо количественных оценок частных критериев можно проставлять их ранговые значения. Значение ранга рассматривается как балльная оценка, причем за наихудшее значение выставляется наименьший балл – 1, а за наилучшее значение – наибольший балл. Тогда критерий предпочтения формулируется так: альтернатива  $a_i$  лучше альтернативы  $a_j$ , если сумма балльных оценок для  $a_i$  больше, чем для  $a_j$ .

При использовании критериев предпочтения по правилу большинства или суммы балльных оценок часто на альтернативу налагается дополнительное требование – отсутствие частного критерия с наихудшим значением. Такие альтернативы сразу исключаются из рассмотрения.

При большом количестве альтернатив и частных критериев непосредственное определение лучшей альтернативы по критерию большинства становится затруднительным из-за сложности подсчета числа лучших и худших критериев для каждой альтернативы. В этом случае для выделения наилучшей альтернативы следует составлять *таблицу предпочтений*.

По правилу большинства и отсутствия наихудшего значения составляется таблица предпочтений для альтернатив: если альтернатива  $b$  предпочтительней  $a$ , то на пересечении строки  $b$  и столбца  $a$  ставится 1, иначе 0.

## 4 Полезный выбор

Полезный выбор – это функция, с помощью которой можно представить предпочтения на некотором множестве нереализованного высокотехнологичного спроса. Понятие «полезность» было введено в экономическую науку английским философом Иеремией Бентамом (1748–1832). Сегодня вся наука о рыночной экономике, по сути, держится на двух теориях: полезности и стоимости. С помощью категории полезности объясняется действие закона спроса. Цифровой двойник искусственного интеллекта робота анализирует нереализованный спрос на высокотехнологичную продукцию на рынке. Выбор нереализованного спроса на высокотехнологичную продукцию на рынке на практике связан с использованием основных показателей экономической эффективности NPV, IRR, PB, PL, ROI и других. По основным показателям экономической эффективности робот определяет свое участие в нереализованном спросе на высокотехнологичную продукцию. Он выбирает и осваивает новые компетенции и навыки технологической программной функциональной реализации товаров или услуг для оперативного удовлетворения спроса с наименьшими затратами на производство [12-20].

## 5 Спектроскопическое зрение робота

Изучением особенности взаимодействия излучения (света) с частицами, размер которых меньше длины волны занимается нанооптика. Технологии в области нанооптики включают сканирующую оптическую микроскопию ближнего поля, фотоусиленную сканирующую туннельную микроскопию и спектроскопию поверхностного плазмонного резонанса. Традиционная микроскопия для точной фокусировки света использует дифракционные элементы с целью повышения разрешения. Однако, из-за дифракционного предела (известного как критерий разрешения Релея) распространяющийся свет может быть сфокусирован в пятно с минимальным диаметром, составляющим половину длины волны света. Следовательно, для дифракционно-ограниченной микроскопии максимально достижимое разрешение составляет около двухсот нанометров.

В 2014 г. Нобелевская премия по химии была присуждена Эрику Бетцигу (США), Уильяму Мернеру (США) и Штефану Хеллю (Германия) за развитие методов флуоресцентной микроскопии со сверхвысоким разрешением. Эти методы получили широкое распространение начиная с 2008 года, когда микроскопия сверхвысокого разрешения была признана «методом года» в специальном выпуске журнала Nature Methods. Ключевым моментом метода – является получение информации о различных частях нанообъекта независимо друг от друга. Сканируя двумя лазерами с ярким центром, вы проходите по всему образцу и видите очень тонкую структуру с разрешением в нанометры. Эта система называется наноскопией. Наноскопия позволяет видеть очень тонкие структуры. Возрастает детализация получаемой информации. В настоящее время оптическая наноскопия со сверхразрешением можно использовать для реализации частотного спектрального зрения роботов.

Разработчики технического спектрального зрения стремятся к расширению их спектрального диапазона, спектральному и пространственному разрешению. В связи с этим возникает задача комплексного использования нескольких приборов, работающих в различных спектральных диапазонах. Представляется целесообразным использовать возможности совместного применения монофотонного УФ-С сенсора и гиперспектральных модулей видимого ближнего инфракрасного диапазона. УФ-С сенсор способен быстро обнаруживать интересующий объект и передать его координаты в блок управления для наведения гиперспектрометра на цель и её детальной съёмки с высоким спектральным и пространственным разрешением. В мультиспектральных системах улучшенного видения важную роль играет выбор стратегии объединения информации от нескольких видеоканалов. Спектроскопическое зрение робота помогает ему воспринимать частотные спектры предметов и объектов окружающей среды. Практическое применение гиперспектральных сенсоров видимого и ближнего инфракрасного диапазона охватывает широкий спектр задач науки и народного хозяйства как: геология, сельское, лесное и водное хозяйство, экология, городская инфраструктура и многие другие.

Эффективным инструментом для обнаружения и классификации объектов являются свёрточные нейронные сети CNN. Искусственная обученная нейронная сеть распознает их спектр, ассоциативно сравнивает с накопленными спектрами предметов и объектов в своей частотной базе. Путем ассоциативного сравнения определяет предмет или объект [21-22].

## Заключение

Технологии искусственного интеллекта занимают особое положение в структуре цифровой трансформации, затрагивая все сферы нашей жизни: от потребительского сектора до промышленности. Технологии искусственного интеллекта широко востребованы в самых разных отраслях цифровой экономики, но их полномасштабное практическое использование пока сдерживает неразвитость нормативной базы. Для того, чтобы упростить понимание, облегчить внедрение, снять регуляторные барьеры в отношении технологий искусственного интеллекта для максимально широкой аудитории потенциальных пользователей осуществляется стандартизация в области технологий искусственного интеллекта в рамках международной организации по стандартизации (ISO), прежде всего. Участниками и лидерами обсуждения являются представители компаний - разработчиков технологий и решений искусственного интеллекта, заинтересованных в создании благоприятной среды в экономике и в обществе для эффективного внедрения искусственного интеллекта в практику. Алгоритмы, методы и технологии искусственного интеллекта постоянно расширяются в направлении естественного интеллекта.

**Искусственный интеллект** становится научным прикладным направлением по разработке и созданию технологических и программных когнитивных комплексов цифрового двойника интеллекта человека, способного к обучению, переобучению, самореализации и развитию на основе критерия предпочтений и к улучшению функциональной деятельности качественным выбором и освоением креативных инновационных высокотехнологичных профессиональных и поведенческих навыков и компетенций.

## Литература

1. Report of COMEST on robotics ethics, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952he>
2. Robotics Business Review – “The 2017 RBR50 List Names Robotics Industry Leaders, Innovators”, 2017 URL: <https://www.roboticsbusinessreview.com/download/2017-rbr50-list-names-robotics-industry-leaders-innovators/>
3. Markets and Markets Research – “Collaborative Robots Market”, 2017. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/collaborative-robot-market-194541294.html>
4. Cision. “Top Robotics Market by Industrial Robotics, Service Robotics – Global Forecast to 2022”, 2017. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-roboticsmarket-by-industrial-robotics-service-robotics---global-forecastto-2022-300405291.html>
5. Gizmodo. “Robots Are Already Replacing Human Workers at an Alarming Rate”, 2017. URL: <https://gizmodo.com/robots-are-already-replacing-human-workers-at-an-alarmi-1793718198>
6. Evgeniy Bryndin. Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. International Journal of Management and Fuzzy Systems. V.3, N.5, 2017, pp 57- 66.
7. Evgeniy Bryndin. Technological Thinking, Communication and Behavior of Androids. Communications. Vol. 6, No. 1, 2018. Pages: 13-19.
8. Evgeniy Bryndin. Collaboration Robots with Artificial Intelligence (AI) as Digital Doubles of Person for Communication in Public Life and Space. Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx-Journal), Volume 1, No. 4, 2019. Pages: 1-11.
9. Evgeniy Bryndin. Mainstreaming technological development of industrial production based on artificial intelligence. COJ Technical & Scientific Research, 2(3). 2019. Pages: 1-5.
10. Evgeniy Bryndin. Program Hierarchical Realization of Adaptation Behavior of the Cognitive Mobile Robot with Imitative Thinking. International Journal of Engineering Management. Volume 1, Issue 4. 2017, pp. 74-79.
11. Evgeniy Bryndin. Social Cognitive Smart Robots: Guide, Seller, Lecturer, Vacuum Cleaner, Nurse, Volunteer, Security Guard, Administrator. Communications. Volume 7, Issue 1. 2019. Pages: 6-12.
12. Evgeniy Bryndin. Technological, Economic and Social Aspects of Management by Development of the Digital Industry 4.0. International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR), vol 6, no. 4, 2018, pp. 19-30
13. Evgeniy Bryndin. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. American Journal of Information Science and Technology. V 2, Issue 1.2018. P. 9-17.

15. Evgeniy Bryndin. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behaviour. *Software Engineering*, Volume 7, Issue 1, 2019. P. 1-9.
16. Evgeniy Bryndin. System retraining to professional competences of cognitive robots on basis of communicative associative logic of technological thinking. *International Robotics Automation Journal*. 2019; 5(3.):112-119.
17. Evgeniy Bryndin. Creative innovative transformational ecosystem of formation of humane technological society. *International Robotics Automation Journal*. 2019;5(3):91-94.
18. *Artificial Intelligence & Robotics: Industry Report & Investment Case*. 2019. <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/NQROBO%20Research.pdf>
19. Брындин Е. Г. Умные когнитивные мобильные социальные роботы для развития регионального сервиса. *Ежегодник: Россия: тенденции и перспективы развития*, Вып.14, ч.2. - М.: ИНИОН РАН, 2019. С. 399-407.
20. Evgeniy Bryndin. Robots for Communication in Public in High-Tech Industry Life and Space. *Frontiers Journal of Current Engineering Research*. Volume 1, Issue 1, 2019. P. 1-10.
21. Evgeniy Bryndin. Robots with Artificial Intelligence and Spectroscopic Sight in Hi-Tech Labor Market. *International Journal of Systems Science and Applied Mathematic*, Volume 4, Issue 1, 2019.
22. Bryndin E.G. Putmakov A.N. Frequency color visualization of a condition of the person according to spectral analysis of biofield and biodiagnostics. *Journal of Medical Practice and Review*. 3(4)-2019. Pages: 505-509.
23. Evgeniy Bryndin, Irina Bryndina. Technological Diagnostics of Human Condition According to Spectral Analysis of Biofield. *Advances in Bioscience and Bioengineering*. Volume 7, Issue 3, 2019. Pages: 64-68.

# ROBOTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SPECTROSKOPIC VISION IN THE HIGH-TECH LABOR MARKET

**Bryndin Evgeniy Grigoryevich**

*Research Center "Natural Informatics", director  
Novosibirsk, Russia  
bryndin15@yandex.ru*

## Abstract

*Robot artificial intelligence is a digital twin of human intelligence capable of learning, retraining, self-realization and developing professional and behavioral creative innovative competencies and skills. The robot represents a technological and software cognitive complex. Implementation of artificial intelligence by a robot is carried out on the basis of the criterion of preferences of accumulated professional and behavioral creative innovative competencies and skills. The robot's spectroscopic vision perceives objects and objects from their frequency spectrum. Frequency spectral technology of machine learning is used to teach the robot to recognize objects and objects. Spectroscopic vision perceives the spectrum of radiation of objects, and an artificial trained neural network recognizes them by spectrum.*

## Keywords

*artificial intelligence, digital twin, preference criterion, utility function, qualitative selection, spectroscopic vision*

## References

1. Report of COMEST on robotics ethics, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952he>
2. Robotics Business Review – “The 2017 RBR50 List Names Robotics Industry Leaders, Innovators”, 2017 URL: <https://www.roboticsbusinessreview.com/download/2017-rbr50-list-names-robotics-industry-leaders-innovators/>
3. Markets and Markets Research – “Collaborative Robots Market”, 2017. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/collaborative-robot-market-194541294.html>
4. Cision. “Top Robotics Market by Industrial Robotics, Service Robotics – Global Forecast to 2022”, 2017. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-roboticsmarket-by-industrial-robotics-service-robotics---global-forecastto-2022-300405291.html>
5. Gizmodo. “Robots Are Already Replacing Human Workers at an Alarming Rate”, 2017. URL: <https://gizmodo.com/robots-are-already-replacing-human-workers-at-an-alarmi-1793718198>
6. Evgeniy Bryndin. Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. International Journal of Management and Fuzzy Systems. V.3, N.5, 2017, pp 57- 66.
7. Evgeniy Bryndin. Technological Thinking, Communication and Behavior of Androids. Communications. Vol. 6, No. 1, 2018. Pages: 13-19.
8. Evgeniy Bryndin. Collaboration Robots with Artificial Intelligence (AI) as Digital Doubles of Person for Communication in Public Life and Space. Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx-Journal), Volume 1, No. 4, 2019. Pages: 1-11.
9. Evgeniy Bryndin. Mainstreaming technological development of industrial production based on artificial intelligence. COJ Technical & Scientific Research, 2(3). 2019. Pages: 1-5.
10. Evgeniy Bryndin. Program Hierarchical Realization of Adaptation Behavior of the Cognitive Mobile Robot with Imitative Thinking. International Journal of Engineering Management. Volume 1, Issue 4. 2017, pp. 74-79.
11. Evgeniy Bryndin. Social Cognitive Smart Robots: Guide, Seller, Lecturer, Vacuum Cleaner, Nurse, Volunteer, Security Guard, Administrator. Communications. Volume 7, Issue 1. 2019. Pages: 6-12.
12. Evgeniy Bryndin. Technological, Economic and Social Aspects of Management by Development of the Digital Industry 4.0. International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR), vol 6, no. 4, 2018, pp. 19-30

14. Evgeniy Bryndin. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. *American Journal of Information Science and Technology*. V 2, Issue 1.2018. P. 9-17.
15. Evgeniy Bryndin. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behaviour. *Software Engineering*, Volume 7, Issue 1, 2019. P. 1-9.
16. Evgeniy Bryndin. System retraining to professional competences of cognitive robots on basis of communicative associative logic of technological thinking. *International Robotics Automation Journal*. 2019; 5(3.):112-119.
17. Evgeniy Bryndin. Creative innovative transformational ecosystem of formation of humane technological society. *International Robotics Automation Journal*. 2019;5(3):91-94.
18. *Artificial Intelligence & Robotics: Industry Report & Investment Case*. 2019. <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/NQROBO%20Research.pdf>
19. Bryndin Ye. G. Umnyye kognitivnyye mobil'nyye sotsial'nyye roboty dlya razvitiya regional'nogo servisa. *Yezhegodnik: Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*, Vyp.14, ch.2. - M.: INION RAN, 2019. S. 399-407. Evgeniy Bryndin. Robots for Communication in Public in High-Tech Industry Life and Space. *Frontiers Journal of Current Engineering Research*. Volume 1, Issue 1, 2019. P. 1-10.
20. Evgeniy Bryndin. Robots with Artificial Intelligence and Spectroscopic Sight in Hi-Tech Labor Market. *International Journal of Systems Science and Applied Mathematics*, Volume 4, Issue 1, 2019.
21. Bryndin E.G. Putmakov A.N. Frequency color visualization of a condition of the person according to spectral analysis of biofield and biodiagnostics. *Journal of Medical Practice and Review*. 3(4)-2019. Pages: 505-509.
22. Evgeniy Bryndin, Irina Bryndina. Technological Diagnostics of Human Condition According to Spectral Analysis of Biofield. *Advances in Bioscience and Bioengineering*. Volume 7, Issue 3, 2019. Pages: 64-68.