
Наука и глобальные вызовы XXI века

О.Л. Фиговский

академик Европейской Академии наук

Департамент науки, технологий и образования Альянса Народов Мира (Израиль)

Аннотация: В статье описаны основные тенденции развития проектов, связанных с нанотехнологиями, искусственным интеллектом и роботизацией, описаны необходимые подготовительные этапы для обеспечения успеха науки в РФ, кратко говорится об организации науки и образования Израиля, обеспечившей научное и образовательное лидерство этой страны в мире.

Ключевые слова: искусственный интеллект, роботы, наука, высшее образование, организация науки, университеты, цифровизация обучения.

В этой статье мне хочется осветить наиболее значимые аспекты развития науки, технологий и техники в аспекте искусственного интеллекта, в меньшей мере, нанотехнологий, а также описать некоторые пути достижения основных целей этого развития, прежде всего, связанные с вопросами образования.

Одной из главных целей любых научных исследований является обеспечение наибольшего количества свободного времени у членов общества после внедрения в жизнь этого общества результатов деятельности ученых.

К сожалению, в современном мире многие думают, что глобальной целью любой деятельности является обеспечение себя сверхдоходами. Но получение сверхдоходов подменяет основные ориентиры развития социума на ложные, о чем сказано, хотя и косвенно, в последнем докладе Римского Клуба [1].

Известный американский футуролог Рэй Курцвейл, предполагая, что технологии развиваются по экспоненциальному закону, в 2017 году разработал прогноз существования человечества на 100 лет вперед, буквально расписав итоги внедрения результатов научных исследований на временные периоды, начиная с 2019 года [2]. Верификация его прогнозов прошедшими 2019 и 2020 годами дает основание утверждать, что Р. Курцвейл не во всем был прав. Так, например, он ошибся в предсказании

повсеместного внедрения на планете в 2019 году беспроводных средств коммуникаций и передачи энергии. Футуролог не учел того обстоятельства, что технические системы развиваются не по экспоненциальному закону, а, скорее, по колебательному «закону синуса», когда скорость их развития периодически увеличивается или уменьшается [3].

Приведем небольшой пример колебательного принципа внедрения технологий в жизнь на примере одной из специальностей механико-математического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (ПГНИУ). Недавно по моей просьбе был проведен устный опрос студентов одной из специальностей факультета. Результаты опроса показали, что студенты-программисты начали активно игнорировать получение информации с помощью глобальной сети интернет и цифровых технологий, а социальные сети стремительно теряют свою популярность среди молодежи, вплоть до того, что студенты ликвидируют личные аккаунты в соцсетях. Студенты начали предпочитать цифровым источникам информации работу в библиотеках и чтение печатных книг. Это радует, так как интернет, как показали психологи, в основном, порождает клиповое мышление [4], а шлемы и иные технические средства виртуальной реальности заставляют человека жить в вымышленном мире, значительно уменьшая его способности как для общения в «живом» мире, так и восприятия самого «живого» мира.

Если говорить о состоянии молодых людей, длительно работающих за компьютером, то бросается в глаза, прежде всего, массовое ухудшение физических способностей юношей и девушек. Первые порой выглядят, как некие аморфные тела, не способные пробежать самую малую дистанцию без одышки. Этот, казалось бы, незначительный факт, сигнализирует о возможном начале вырождения человека как вида. Чтобы избежать вырождения, нужно, прежде всего, людям, активно пользующимся в профессиональной деятельности средствами цифровых технологий,

заниматься спортом: эта рекомендация, на наш взгляд, в недалеком будущем, может быть принята в некоторых наиболее мудрых странах на законодательном уровне.

Таким образом, решение задач широкого внедрения информационных технологий в жизнь общества должна носить, прежде всего, комплексный характер, предусматривающий все аспекты существования социума.

Но кратко остановимся на основных направлениях развития технологий с применением искусственного интеллекта.

Обращает на себя, прежде всего, то, что создание робототехники стремительно движется в направлении автономных роботов, т.е. роботов, самостоятельно, вне человека принимающих решения. Особенную тревогу вызывает использование таких машинных способностей, предназначенных для решения боевых задач.

Хочется подчеркнуть, что именно на решение задач войны с помощью роботов направлена преобладающая часть финансовых затрат практически всех развитых государств мира, занимающихся разработкой методов ИИ.

Так как автономным принятием решений с помощью ИИ в боевых действиях преследуется, в числе прочего, глобальная цель – высвобождение времени людей, то можно сказать, что роботы в этом случае удовлетворяют главной цели развития технологий, описанной в начале статьи. Если произойдет очередная мировая война, то она будет скоротечной, стремительной, с массовым уничтожением всего сущего на Земле. И эта война будет вестись роботами, самостоятельно принимающими решения и практически без участия человека в боевых действиях.

Зачастую разработчики боевых роботов повторяют и используют идеи, описанные ранее в литературных произведениях писателями-фантастами. О глобальной войне с помощью роботов можно, например, прочитать в рассказе «Последняя битва» американского писателя Роберта Шекли, вышедшем из печати в семидесятых годах прошлого века. А о современных

боевых роботах и боевых дронах, основанных на применении ИИ, можно узнать из совместных работ автора настоящей статьи профессора ПГНИУ О.Г. Пенского [5, 6].

Не будем больше говорить о боевых роботах и «боевом» искусственном интеллекте, тем более, что информацию о конкретных проектах можно легко найти в ресурсах сети интернет.

Для создания любого типа роботов – боевых и не боевых – необходимы, прежде всего, исследования ученых.

Поэтому остановимся на наиболее перспективных, на наш взгляд, направлениях научных изысканий.

Современная наука сегодня может, наверное, решить, если не все, то большинство поставленных перед ней задач. Прогнозы футурологов гласят, что человечество движется в эпоху технологической сингулярности, при которой любые поставленные перед учеными задачи смогут быть успешно решены в небольшие временные сроки.

Поэтому в будущем особенно значимыми станут ученые, способные ставить новые задачи. Такие люди ценились во все времена, исключая, наверное, только лишь средневековье, но работа постановщиков-исследователей станет особенно актуальна в человеческом обществе в ближайшей перспективе.

Если говорить о далекой перспективе, то можно отметить, что в настоящее время израильские ученые уже приступили к разработке методов искусственного интеллекта, способного выдвигать научные гипотезы в математике [7]. Израильтяне начали именно с математики, как наиболее формализованной науки. Известно, что гипотезы в основе своей и являются новыми задачами для развития любой науки.

К. Маркс писал, что наука только тогда становится наукой, когда она начинает широко использовать математику [8]. Поэтому в недалекой перспективе ученые-программисты смогут научить искусственный интеллект

выдвигать новые гипотезы также в других науках, которые уже сейчас широко используют математику.

Хочется сказать о «психологических» особенностях принципиально новых проектов. Главным достоинством создателей таких проектов является то, что ученые-новаторы впервые ставят перед человечеством нестандартные задачи, способные значительно обогатить знания об окружающем мире, и открывают новые законы развития мира, о которых ранее никто даже не задумывался. Нестандартные идеи, как правило, порождают мощную критику в научном мире, которая, зачастую, уничтожает попытки познания нового.

Сейчас, в частности в России, довольно сложно «протолкнуть» в научное сообщество нестандартные по своей сути идеи, даже если они сопровождаются теорией, подтвержденной правдивыми экспериментами. Поэтому множество идей, родившихся в России, исчезают в никуда. Одной из причин этого является, например, работа комитета РАН по лженауке (отмечу, что этот термин был введен во времена СССР, когда кибернетика и генетика признавались лженаукой), который, как правило, признает не лженаучными те исследования, которые одобрены большими научными школами, основанными на результатах исследований середины прошлого века и весомыми современными, пускай, и очень престарелыми, академиками.

В аспекте написанного выше хотелось бы рассказать о том, как организована адекватная оценка нестандартных научных идей и проектов и их продвижение в промышленность в Израиле.

В Израиле официально существует Независимая Академия Наук, в которой занимаются новыми нестандартными с традиционной научной точки зрения проектами, существуют гранты, которые позволяют финансировать принципиально новые нестандартные исследования, а финансирование, порой, достигает сотен тысяч долларов. Для того, чтобы выиграть такой

грант, заявитель должен предоставить на конкурс не только описание научной идеи, но и описание результатов исследований, показывающее закономерность явлений, подлежащих изучению в ходе выполнения гранта. Именно выявленные закономерности, открытые вновь причинно-следственные связи и их многочисленное экспериментальное обоснование делают науку настоящей наукой.

В некоторых серьезных научных журналах Израиля существуют разделы под названием «Нестандартные идеи». Я много лет был главным редактором научного журнала «ScientificIsrael — Technological Advantages», и в моем журнале также был такой раздел, где авторы публиковали результаты своих исследований, в отличие от некоторых коммерческих изданий, бесплатно. Журнал «ScientificIsrael — Technological Advantages» имел большую популярность в Израиле, России и мире. Авторами статей, опубликованных в журнале, выступали не только израильтяне, но и ученые со всего мира, в том числе, специалисты по искусственному интеллекту.

В качестве контрпримера расскажу о недавней ситуации, которая произошла в научном журнале ПГНИУ «Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика». Международная группа израильских и российских ученых направила в редакцию журнала статью, посвященную математическим моделям, которые описывают новый взгляд на природу явлений в ядерной физике. В результате экспертизы статья была отклонена и не принята к публикации из-за нестандартности взглядов, изложенных в рукописи. После отказа пермского журнала в публикации рукописи авторы направили статью в германский научный журнал «Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft», где после рецензирования статья была опубликована [9] в течение месяца. Отмечу то, что авторам отвергнутой журналом ПГНИУ статьи, пришло приглашение немцев и в дальнейшем опубликовать рукописи по затронутой авторами тематике в журнале «Deutsche internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft». Я думаю, что

одними из основных недостатков российских журналов являются некоторая косность в восприятии новых идей, консервативная приверженность к устаревшим традициям и бюрократичность при принятии решений, что отбрасывает российскую науку назад по сравнению, например, с европейскими странами.

В настоящее время в мировой науке особенно важными становятся междисциплинарные исследования. Именно на стыке наук рождаются новые открытия и генерируются принципиально новые идеи.

Выше я подверг критике работу одного из научных журналов ПГНИУ. Но в Пермском государственном национальном исследовательском университете рождаются и совершенно новые науки. Примерами этого являются научные направления, создаваемые профессором Б.М. Осовецким по наноминералогии и профессором О.Г. Пенским по математическому моделированию эмоциональных роботов – психологических цифровых двойников человека. Результаты исследований О.Г. Пенского, имеющие на сегодняшний день несомненный международный приоритет, опубликованы в научных журналах многих стран: России, Израиля, Индии, США, Польши, Белоруссии, Дании. Он читал лекции по математическим моделям эмоциональных роботов студентам Оксфордского университета, Донецкого национального технического университета [10, 11], в Политехническом музее (г. Москва), ведет занятия у магистрантов ПГНИУ по теме «Математические модели цифровых двойников» [12].

Подробно о созданном О.Г. Пенским научном направлении мной опубликована большая статья в журнале ВАК РФ «Инженерный вестник Дона» [13], также сам профессор рассказывал о своих исследованиях в некоторых интервью радиостанциям Перми, недавно были записаны его развернутые ответы на вопросы телевидения г. Калуги [14, 15]. Тематика работ О.Г. Пенского относится к междисциплинарным исследованиям, а именно, к описанию формулами психологии человека. О.Г. Пенский имеет

только одного научного конкурента в мировой науке – Мозговой Центр США по борьбе с терроризмом, который располагается в Калифорнийском университете. Но отличие работ пермского ученого от американцев состоит в разных математических подходах к описанию поведения людей. Исследования в США используют для этой цели модернизированную Центром математическую логику (созданную теорию рефлексий [16, 17]), а О.Г. Пенский со своими учениками – аппарат линейной алгебры, математического анализа и методов оптимизаций. Большой интерес международного научного сообщества к работам О.Г. Пенского подтверждает тот факт, что, например, всего две его публикации в научном журнале США «Intelligent Control and Automation» были скопированы читателями более 6800 раз и признаны редакцией журнала наиболее высокорейтинговыми публикациями этого издания [18].

Отметим то, что, начиная с 2019 г., исследования, основу которых заложил пермский профессор, начали проводиться совместно российскими и израильскими учеными, а в 2021 г. вышла в издательстве Российского Университета Дружбы Народов (г. Москва) монография О.Л. Фиговского и О.Г. Пенского «Люди и роботы» [19]. В книге авторы рассматривают проблемы и результаты взаимного сосуществования людей и роботов, в том числе психологические аспекты; приводят примеры сосуществования людей и роботов на всех этапах жизни человека: от рождения до смерти; описывают прогнозы возможного развития робототехнического социума в ближайшем и далеком будущем; предлагают математические модели, позволяющие оценивать современное состояние и перспективы взаимоотношений людей и роботов.

Книга основана на оригинальных работах, опубликованных авторами в России и за рубежом в последние годы. Монография издана объемом в 368 страниц и предназначена как для специалистов в области гуманитарных наук (политологии, психологии, философии, экономики), технических, физико-

математических наук, так и для широкого круга читателей, интересующихся вопросами сосуществования людей и роботов и перспектив этого сосуществования. Так как в монографии описываются современные достижения в робототехнике и даются ориентиры на будущее, то книга будет интересной и читателям, занимающимся инновационными проектами. В частности, книга может быть полезна для генерации собственных идей в создании новых роботов, комфортных для человека. В настоящее время готовится к изданию еще одна совместная монография тех же авторов под названием «Будущее начинается завтра (этюды о новых тенденциях в науке)». Новая книга будет, в основном, посвящена политическим аспектам существования социума в связи с его ускоряющейся роботизацией.

Журналист телевидения Калуги М.Дьяченко, окончивший МВТУ им. Баумана и Духовную семинарию РПЦ, в одной из своих передач сказал, что следующие Юрии Гагарины появятся именно в психологии и педагогике [14, 15]. Наверное, он прав, так как эти области научной и практической деятельности человека почти совсем не математизированы, а существующие исследования носят гуманитарный характер, зачастую основанный на личных убеждениях больших ученых.

Отмечу, что за разработку математических моделей цифровых, двойников человека, имеющих авторский международный приоритет, О.Г. Пенский летом 2021 г. был награжден дипломом Ассоциации Изобретателей Израиля.

В настоящее время в технологически развитых государствах мира приступили к активным разработкам методов ИИ, целью которых является написание новых патентов на изобретения. В этом направлении уже есть первые успехи. Но для того, чтобы защитить авторские права живых, а не машинных изобретателей, в США идет работа над созданием закона, на основе которого изобретения, предложенные искусственным интеллектом, не будут патентоваться.

Если машины овладеют всеми тайнами изобретательства, то, по всей видимости, произойдет та же ситуация, что и с шахматами. Сейчас в шахматы компьютеры играют лучше гроссмейстеров, а поэтому шахматные партии для многих людей уже потеряли свою привлекательность. Не исключаю того, что «живое» изобретательство, благодаря ИИ, перейдет лишь в разряд человеческих спортивных творческих соревнований.

Роботы и искусственный интеллект, как уже было отмечено выше, стремительно врываются в жизнь социума. В настоящей статье мы не будем перечислять многочисленные существующие проекты, тем более, что ознакомиться с этими проектами может каждый, обратившись к информационным ресурсам сети интернет. Но зададимся вопросом:

- Готово ли интеллектуально общество людей к совместному сосуществованию с роботами?

На мой взгляд, большая часть людей в настоящее время превращается только лишь в потребителей, не задумывающихся о перспективах того мира, в котором они живут. Для того, чтобы человечество осознало грядущее и не выпало из современности, крайне необходимо ввести новые образовательные дисциплины, например, в высших учебных заведениях.

В сентябре 2021 г. ректор Московского государственного университета В.А. Садовничий принял решение о введении в учебный процесс на всех факультетах вуза, включая гуманитарные, предметы, посвященные искусственному интеллекту [20]. Это решение совершенно правильное и весьма своевременное, так как молодые люди – будущее нашего общества – должны грамотно относиться к достижениям передовой науки.

В современном высшем образовании РФ очень много проблем, одной из причин этого являются непрерывные реформы, проходящие в организации обучения студентов. В аспекте искусственного интеллекта можно сказать, что сейчас взят курс, как мне кажется, на превалирующую цифровизацию обучения молодежи. Например, планируется ввести, так

называемые, индивидуальные образовательные траектории для каждого студента. Их введение объясняется ориентацией на конкретные потребности существующего производства. Но индивидуальные образовательные траектории требуют огромного количества узких специалистов-преподавателей, так как круг задач, которыми занимаются промышленники, исчисляется если не сотнями тысяч, то, по крайней мере, десятками тысяч.

Единственным выходом из складывающейся ситуации является создание больших общих цифровых платформ с записями лекций тысяч узких специалистов по всей стране. Это означает массовое внедрение дистанционного образования и искусственного интеллекта в подготовку специалистов с высшим образованием. Руководители высшего образования России стремятся сразу после окончания студентами университетов сделать их пригодными для решения конкретных задач конкретного завода, компании и т.д. На мой взгляд, это тупиковое направление в обучении, так как выпускники вузов будут иметь очень узкопрофильные компетенции, которые лишат молодежь возможности быстро освоить новые дисциплины из-за отсутствия у нее хорошего фундаментального образования, не предусматриваемого индивидуальными образовательными траекториями.

Современное производство требует от его участника постоянное овладение новыми компетенциями.

Как известно, в Израиле университетов насчитывается меньше десятка, но все они входят в лидеры всех мировых рейтингов. В израильских вузах индивидуальные образовательные траектории не предусмотрены. Обучение в университетах проходит в обычном порядке с участием «живых» преподавателей и по общим программам, включающим большой набор фундаментальных дисциплин. Но для удовлетворения запросов конкретных компаний выпускники могут после окончания вуза получить дополнительное образование, прослушав дистанционные «цифровые» курсы, которых в Израиле огромное количество. Именно благодаря разумности в организации

учебного процесса, описанного выше, в Израиле ни цифровизация, ни внедрение искусственного интеллекта в образование не влекут угрозы государству.

Я периодически просматриваю новостную ленту сайта ПГНИУ [21]. Судя по содержанию размещенных новостей, можно сделать вывод о том, что в университете отсутствует связь научных поколений, так как в информации о научных проектах в качестве героев заметок указываются или только молодые люди, или только престарелые профессора и доценты. Складывается ощущение, что они работают вне зависимости друг от друга. Я думаю, что это, на самом деле, не так, потому что только передача опыта зрелых ученых молодым может способствовать плодотворным научным исследованиям. Однако содержание статей на сайте уверяет студентов в том, что гении рождаются сами без участия старших, что полностью искажает представление о развитии науки у молодежи, когда есть и учитель, и ученик.

Следует сказать, что в России в целом крайне необходимо восстанавливать именно преемственность научных поколений, которая, на мой взгляд, почти полностью разрушена. Не случайно только 10% выпускников аспирантуры университетов страны становятся кандидатами наук [22]. Причиной сложившейся ситуации является не только разрушенная преемственность научных поколений, но, наверное, как это ни покажется странным, низкая квалификация большого количества руководителей аспирантуры. На мой взгляд, сейчас целесообразно организовать в вузах круглые столы профессоров для обмена опытом успешных ученых по подготовке диссертаций учениками и выработке конкретных решений по исправлению сложившейся ситуации в каждом конкретном университете. Важно понять, что промедление в решении этого вопроса подобно смерти всей вузовской науки, по крайней мере, провинциальной.

Искусственный интеллект предлагает тем, кого это интересует, поучительную теоретическую метафору разума, благодаря которой можно с

большей ясностью, чем раньше, формулировать психологические вопросы. Чем шире будут признаны как профессионалами, так и дилетантами его достоинства, тем меньшую угрозу будет представлять искусственный интеллект для понятий "Я" и "Общество". Искусственный интеллект – роботы есть "новая" попытка синтеза наук. Более того, он объединяет не только естественнонаучное и гуманитарное, но и инженерное познание [23]. Интересно, что как считает Ю.Ю. Петрунин, роботы лучше работают, но им не нужно ничего покупать. Маркетинг, менеджмент, брендинг, спонсоринг и тому подобные способы извлечения прибыли не применим к Терминаторам и HAL 9000. Тем не менее, обращение к эволюционной идее весьма симптоматично. Оно означает кардинальную метаморфозу средневековой мифологемы искусственного интеллекта. Если ранее искусственный интеллект понимался как возрождение человека, то теперь – как сменяющий homo sapiens вид в процессе развития информационных систем. Отсюда – бесконечные «машинные войны», восстания машин, ужасы будущего античеловеческого мира в нескончаемых романах, фильмах, произведениях живописи. Но частично сохраняется и другое, первоначальное ядро искусственного интеллекта как доброго друга и помощника человека в борьбе с невзгодами (яркие примеры – американский боевик «Робот-полицейский», отечественная комедия о девушке с искусственным интеллектом «Действуй, Маня!»), даже сам нуждающийся в человеческой помощи (культовый фильм «Скользящий по лезвию», «Искусственный разум» Стивена Спилберга). Какая тенденция победит, покажет лишь будущее [23].

Хочу, как специалист по нанотехнологиям, имеющий более 500 патентов на изобретения, более 300 из которых используются в различных компаниях развитых государств мира, немного сказать именно об организации исследований в этой сфере. Я не буду перечислять достижения в нанотехнологиях: все можно найти в интернете, а сделаю лишь небольшую

ремарку. В штат Роснано входит более 500 человек. Израиль является одним из ведущих государств мира по созданным инновационным технологиям. Штат государственной структуры Израиля, курирующей нанотехнологии, имеет всего 2 ставки: руководитель, трудоустроенный на 0.5 ставки, делопроизводитель (он же бухгалтер) – на 1 ставку, - и менеджер – организатор экспертиз проектов и различных общих мероприятий – на 0.5 ставки. Я думаю, что, если сравнить достижения Роснано и Израиля в области нанотехнологий, то анализ вышеприведенных чисел по ставкам позволит сделать правильный вывод об эффективности обеих структур вам самим.

Таким образом, только из написанного выше, конечно, затрагивающего далеко не все аспекты искусственного интеллекта и почти совсем не касающегося нанотехнологий и связанных с ним науки и образования, можно сделать следующие выводы:

- основными тенденциями в использовании искусственного интеллекта в науке является его применение в решении междисциплинарных задач, в том числе, связанных с творческими процессами человека;

- в настоящее время стремительно происходит внедрение искусственного интеллекта практически во все сферы практической деятельности человека, в том числе в его духовные процессы;

- необходимо осторожное и разумное внедрение методов искусственного интеллекта в образовательный процесс: без большой необходимости это повсеместное внедрение может нанести только вред;

- для внедрения искусственного интеллекта в образовательный процесс, требуется тщательное изучение опыта многих государств; наиболее удачным опытом, подтвержденным успешной практикой использования дистанционного обучения и ИИ в образовании, является многолетний опыт Израиля;

– необходимо тщательно изучить опыт Израиля в организации исследований, касающихся нанотехнологий, адаптировать его к каждому государству, исходя из местных условий, а затем внедрить его в организацию науки многих стран;

– согласно законам развития технических систем в ближайшие десять лет возможен серьезный спад интереса к цифровым технологиям и искусственному интеллекту, но ИИ будет активно использоваться без его нового качественного развития; эту двойную особенность необходимо учитывать при разработке стратегий технологического развития государств и методик образования;

– в РФ необходимо большее внимание уделять нестандартным научным проектам с обеспечением адекватной, вдумчивой экспертизы исследований; в научных журналах ввести отдельные рубрики, посвященные описанию результатов этих проектов;

– необходимо в вузах, в том числе провинциальных, поддержать инициативу ректора МГУ о введении учебных курсов по искусственному интеллекту на всех факультетах;

– для подготовки России к научным прорывам нужно, прежде всего, восстановить преемственность научных поколений;

– для увеличения количества защит диссертаций после аспирантуры необходима (в качестве одного из способов решения проблемы) организация круглых столов в вузах для обмена опытом научных руководителей аспирантур и выработки коллективных решений по мероприятиям в повышении эффективности аспирантуры в каждом конкретном университете.

Я перечислил лишь малое количество предложений по организации науки в стране, основываясь и на зарубежном, и на российском опыте. Но, если даже эти выводы будут полностью реализованы, то они принесут значительный эффект в рассматриваемом в настоящей статье вопросе. Поиск

ответов на вопросы об увеличении эффективности науки – основной глобальный вызов XXI века.

Литература

1. Моделирование и прогнозирование глобальных процессов: пределы роста в XXI веке. Доклад Римского клуба. 16.04.2021. URL: expert.msu.ru/math1/.

2. Технологический прогноз на 100 лет от Рэймонда Курцвейла. URL: youtube.com/watch?v=blRZ7fQb68U.

3. Законы развития технических систем. Учебник ТРИЗ. URL: ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%97/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC.

4. Мационг Е. Думай, как бот // Российская газета. 02.05.2018.

5. Фиговский О., Пенский О. Боевые роботы цивилизации землян // Наука и жизнь Израиля. URL: nizinew.co.il/novosti-nauki/boevye-roboty-civilizacii-zemlyan.html.

5. Фиговский О., Пенский О. Дроны - мировые направления развития // Наука и жизнь Израиля. URL: nizinew.co.il/nauka/texnicheskie-nauki/drony-mirovye-napravleniya-razvitiya.html.

7. Сердюкова М. Израильские инженеры создали генерирующий гипотезы искусственный интеллект. 21.08.2021. URL: tdnu.ru/article/project/inzhenery-iz-izrailya-sozdali-neobychnyy-ii-sozdayushchiy-gipotezy/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop.

8. Волкова В.О., Маслов В.М., Соснина Е.Н., Шетулова Е.Д., Ширшин Г.А. Философия науки: постнеклассические стратегии развития. Н. Новгород: изд-во НГТУ. 2015. 132 с.

9. Gurevich G.S., Pensky O.G. Mathematical modeling of processes of motion of a material point emitting from a central forcefield. German International Journal of Modern Science №17, 2021. Pp. 43 – 53.

10. Механико-математический факультет стал участником большого издательского проекта Оксфордского университета. URL: psu.ru/news-archive/year-2010/mekhaniko-matematicheskij-fakultet-stal-uchastnikom-bolshogo-izdatelskogo-proekta-oksfordskogo-universiteta.

11. Донецких студентов научат моделировать эмоциональных роботов. URL: youtube.com/watch?v=qg1ZiDE9G8I.

12. Пенский О.Г. Математические модели цифровых двойников: учебное пособие. Пермь: изд-во ПГНИУ. 2019. 153 с.

13. Фиговский О.Л. О научном приоритете пермских ученых в моделировании «психологии» цифровых двойников человека // Инженерный вестник Дона, 2020. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2020/6553.

14. Пенский О.Г. Большое интервью. URL: youtube.com/watch?v=NPVjNU2BjxU.

15. Пенский О.Г. Кто научит роботов плакать? URL: youtube.com/watch?v=w59vmeqD_II.

16. Лефевр В.А. Рефлексивные процессы и управление // Международный научно-практический междисциплинарный журнал. Специальный выпуск, посвященный 70летию В.А. Лефевра. 2006. Январь-февраль. №1. Т.6. URL: reflexion.ru/Library/J2006_1.pdf.

17. Лефевр В. Рефлексия. URL: berezkin.info/wp-content/uploads/2016/08/Lefevr-refleksia-2003.pdf.

18. Pensky O. Intelligent Control and Automation. URL: scirp.org/journal/ica/?utm_campaign=296533276_107613880472&utm_source=lix

iaofang&utm_medium=adwords&utm_content=dsa906319931212_c&gclid=EAIAIQobChMIoazkkJaD8wIVjJGyCh0GwgaEAAAYASAAEgLo6_D_BwE.

19. Фиговский О.Л., Пенский О.Г. Люди и роботы. М.: изд-во РУДН. 2021. 368 с.

20. Студентов МГУ обязали проходить курс по искусственному интеллекту. URL: rbc.ru/rbcfreenews/613b602d9a79476242746221

21. Новостная лента сайта ПГНИУ. URL: psu.ru/news.

22. Медведев Ю. Защитить аспиранта. Российская газета. 25.05.2021. URL: rg.ru/2021/05/25/pochemu-tolko-1-iz-10-molodyh-uchenyh-dohodit-do-dissertacii.html.

23. Петрунин Ю.Ю. Искусственный интеллект как феномен современной культуры. URL: iphras.ru/uplfile/ai/petrinin.pdf.

References

1. Modelirovanie i prognozirovanie global'nyh processov: predely rosta v XXI veke. Doklad Rimskogo kluba. [Modeling and Forecasting Global Processes: Limits to Growth in the 21st Century. Report of the Club of Rome]. 16.04.2021. URL: expert.msu.ru/math1/.

2. Tekhnologicheskij prognoz na 100 let ot Rejmonda Kurcvejla. [Technological forecast for 100 years from Raymond Kurzweil]. URL: youtube.com/watch?v=b1RZ7fQb68U.

3. Zakony razvitiya tekhnicheskikh sistem. Uchebnik TRIZ. [Development laws of technical systems. Textbook of the theory of inventive problem solving]. URL: ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%A2%D0%A0%D0%98%D0%97/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8B_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC.

4. Maciong E. Dumaj, kak bot. [Think like a bot]. Rossijskaya gazeta. 02.05.2018.
5. Figovskij O., Penskij O. Boevye roboty civilizacii zemlyan. [Fighting robots of the civilization of earthlings]. Nauka i zhizn' Izrailya. URL: nizinev.co.il/novosti-nauki/boevye-roboty-civilizacii-zemlyan.html.
5. Figovskij O., Penskij O. Drony - mirovye napravleniya razvitiya. [Drones - global development trends]. Nauka i zhizn' Izrailya. URL: nizinev.co.il/nauka/tehnicheskie-nauki/drony-mirovye-napravleniya-razvitiya.html.
7. Serdyukova M. Izrail'skie inzhenery sozdali generiruyushchij gipotezy iskusstvennyj intellekt. [Israeli engineers have created a hypothesis-generating artificial intelligence]. 21.08.2021. URL: tdnu.ru/article/project/inzhenery-iz-izrailya-sozdali-neobychnyy-ii-sozdayushchiy-gipotezy/?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop.
8. Volkova V.O., Maslov V.M., Sosnina E.N., SHetulova E.D., SHirshin G.A. Filosofiya nauki: postneklascicheskie strategii razvitiya. [Philosophy of Science: Post-nonclassical Development Strategies]. N. Novgorod: izd-vo NGTU. 2015. 132 p.
9. Gurevich G.S., Pensky O.G. German International Journal of Modern Science №17, 2021. Pp. 43 – 53.
10. Mekhaniko-matematicheskij fakul'tet stal uchastnikom bol'shogo izdatel'skogo proekta Oksfordskogo universiteta. [The Faculty of Mechanics and Mathematics has become a member of a large publishing project at Oxford University]. URL: psu.ru/news-archive/year-2010/mekhaniko-matematicheskij-fakultet-stal-uchastnikom-bolshogo-izdatelskogo-proekta-oksfordskogo-universiteta.
11. Doneckih studentov nauchat modelirovat' emocional'nyh robotov. [Donetsk students will be taught to model emotional robots]. URL: youtube.com/watch?v=qg1ZiDE9G8I.

12. Penskiy O.G. Matematicheskie modeli cifrovyyh dvoynikov: uchebnoe posobie [Mathematical models of digital twins: a tutorial]. Perm': izd-vo PGNIU. 2019. 153 p.
13. Figovskiy O.L. Inzhenernyy vestnik Dona, 2020. №7. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2020/6553.
14. Penskiy O.G. Bol'shoe interv'yu. [Great interview]. URL: youtube.com/watch?v=NPVjNU2BjxU.
15. Penskiy O.G. Kto nauchit robotov plakat'? [Who will teach robots to cry?]. URL: youtube.com/watch?v=w59vmeqD_II.
16. Lefevr V.A. Mezhdunarodnyy nauchno - prakticheskiy mezhdisciplinarnyy zhurnal. Special'nyy vypusk, posvyashchennyj 70letiyu V.A. Lefevra. 2006. YAnvar'-fevral'. №1. T.6. URL: reflexion.ru/Library/J2006_1.pdf.
17. Lefevr V. Refleksiya. [Reflection]. URL: berezkin.info/wp-content/uploads/2016/08/Lefevr-refleksia-2003.pdf.
18. Penskiy O. Intelligent Control and Automation. URL: scirp.org/journal/ica/?utm_campaign=296533276_107613880472&utm_source=lixiaofang&utm_medium=adwords&utm_content=dsa906319931212_c&gclid=EAIaIQobChMIoazkkJaD8wIVjJGyCh0GwgaEAAYASAAEgLo6_D_BwE.
19. Figovskiy O.L., Penskiy O.G. Lyudi i roboty. [Humans and robots]. M.: izd-vo RUDN. 2021. 368 p.
20. Studentov MGU obyazali prohodit' kurs po iskusstvennomu intellektu. [MSU students were obliged to take a course in artificial intelligence]. URL: rbc.ru/rbcfreenews/613b602d9a79476242746221
21. Novostnaya lenta sajta PGNIU. [News feed of the PSU website]. URL: psu.ru/news.
22. Medvedev YU. Zashchitit' aspiranta. [Defend a graduate student]. Rossijskaya gazeta. 25.05.2021. URL: rg.ru/2021/05/25/pochemu-tolko-1-iz-10-molodyh-uchenyh-dohodit-do-dissertacii.html.



23. Petrunin YU.YU. Iskusstvennyj intellekt kak fenomen sovremennoj kul'tury. [Artificial intelligence as a phenomenon of modern culture]. URL: iphras.ru/uplfile/ai/petrunin.pdf.