

Технологические, этические, экологические и юридические Аспекты робототехники

Ильдар Бегиев¹, Зарина Хисамова^{2,*}, и Виталий Васильков³

¹Казанский инновационный университет имени В.Г. Тимирязева, Казань, ул. Московская, 42, Россия

²Краснодарский университет МВД России, г. Краснодар,
ул. Ярославская, 128, Россия

³Московский государственный институт международных отношений (Университет), Орловский юридический институт Министерства
МВД России имени В.В. Лукьянова, г. Москва, пр-т Вернадского, 76, Россия

Абстрактный. Робототехника развивается с современными исследователями с разных позиций. Наиболее распространены технологический подход к исследованию данной концепции, рассматривающий современное состояние и достижения в области робототехники, а также перспективы ее развития. Также довольно часто в последние годы эксперты-правоведы стали обращаться к проблемам, связанным с развитием робототехники, уделяя особое внимание вопросам, связанным с правосубъектностью роботов и искусственный интеллект, а также ответственность ИИ за причинение вреда. Отдельным направлением в области исследований робототехники является анализ данного отношения и связанных с ним отношений с позицией морали, этики и технологий.

1. Введение

Большое количество научных работ посвящено различным типам роботов, включая колесных роботов, летательных аппаратов, носимых устройств, нанороботов, человекоподобных роботов и других типов роботов. Кроме того, отдельные исследования посвящены областям применения робототехники, в том числе медицине, безопасности, сельскому хозяйству, космосу, промышленности и др.

Наибольший интерес исследователей в последние годы вызывает авиационная робототехника, квадрокоптеры и другие виды беспилотных летательных аппаратов. Активное развитие роботов, предназначенных для физического взаимодействия с людьми в совместной рабочей среде, дает нам новые возможности, но влечет за собой и определенные проблемы. Этика роботов возникла из более широкой области инженерной этики и ее подбласти — компьютерной этики. Первоначальный толчок к эволюции этики роботов стала проблема создания роботов, которые не причиняли бы вреда людям. Соответственно, его происхождение связано как с законами А. Азимова, так и с традиционными инженерными задачами, направленными на создание безопасных инструментов [1].

Изначально вопросы безопасности не были столь актуальны для роботов, поскольку на заре своего появления они работали изолированно от человека, в основном на заводах и застекленных камерах видеонаблюдения. По мере того как роботы становились все более общими и становилось очевидным, что они скоро войдут в социальный мир, вопросы безопасности взаимодействия робота и человека становились все более острыми [2].

* Автор для переписки: zarahisamova@gmail.com

В этой статье мы попытались раскрыть связь между технологическими, этическими и правовыми аспектами развития робототехники.

2 метода

Методологической основой исследования является системный подход к изучению этических, правовых и технологических основ применения и развития робототехники. В ходе исследования были классифицированы и проанализированы основные проблемные аспекты, связанные с разработкой робототехнических систем. При обработке фактического материала использовались такие традиционные научные методы, как диалектический, логический, метод научных обобщений, контент-анализ, сравнительный анализ, синтез, историко-научное и др. Их применение позволило обобщить обобщенность анализа, теоретических и практических выводов и выработанных предложений.

3. Результаты

3.1 Основы робототехники

Термин «робототехника», придуманный в 2006 году исследователями Верджинио и Сперго, объединяет различные аспекты прикладной инженерной этики в контексте робототехники. Ключевым аспектом этики роботов является чувства и представления людей о роботах. Сюда входят диспозиционные и поведенческие подходы, которые учитывают, насколько люди идентифицируют себя с роботами или считают, что у них есть убеждения и чувства, как у людей или, возможно, как у животных [3].

Ряд диссертаций также изучают различные психологические отношения, которые люди развивают с «своими спутниками-роботами» в клинических условиях, и исследуют взаимосвязь между эмоциями и моралью, а также последствия моделирования эмоциональных качеств у роботов, которые не являются истинными эмоциями [4].

Также некоторые авторы выделяют острую проблему робототехники: если стоит выбор между жизнью человека и «жизнью» автономного робота, какой выбор следует сделать? [5].

А. Тьюберт предположил, что можно создать этический искусственный интеллект. Автор считает, что при попытке разработать этический искусственный интеллект мы сталкиваемся с дилеммой: либо мы должны быть в состоянии систематизировать этику как набор правил, либо мы должны ценить с помощью машины совершение этических ошибок, чтобы она могла научиться этике, как это делают дети. Ни один из этих путей не кажется многообещающим, хотя, возможно, размышление о трудностях каждого из них может привести к лучшему пониманию искусственного интеллекта и нас самих. Тот факт, что у нас очень мало терпимости к этическим ошибкам в машинах, связан с возможностью того, что роботы учатся этическому поведению подражая тому, как этому учатся дети.

Авторы предлагают использовать подход, аналогичный тому, который используется в Интернете: оценивать действия ИИ с этической точки зрения и учитывать вред, это может быть вызвано роботом [6].

ВР Green считает, что проблему этики роботов следует рассматривать в контексте прозрачности, положительного и отрицательного использования ИИ, предвзятости, безработицы, социально-экономического неравенства и человеческого фактора. В то же время тесный контакт с ИИ и ограниченность общения в обществе могут вызвать, по мнению автора, одиночество, изоляцию, депрессию, стресс, тревогу и зависимость. В связи с этим, анализируя вышеизложенные проблемы, автор приходит к выводу, что необходимо найти золотую середину в процессе разработки этических принципов робототехники [7].

Центральное место в этике роботов занимает их использование для ухода за детьми, больными или инвалидами, а также медицинские аспекты робототехники. Хотя многие виды деятельности могут выполняться роботами без проявления человеческих черт или качеств (при условии, что они имеют

адекватный машинный интеллект и ловкость), такие качества необходимы в уходе за человеком. В частности, забота об обоим живых группах, в том числе работа над детьми, стариками, больными и ранеными требует больше гуманности, чем другие виды работы [8].

Исследователи смотрят на проблему роботов-опекунов с разных точек зрения и для разных групп населения. Аналогичные вопросы возникают при разработке роботов, предназначенных для оказания сексуальных услуг и неформального общения [9].

3.2 Моральная ответственность роботов

Соответственно, вопрос моральной ответственности роботов сегодня весьма актуален. Является ли порведением с порывом, являющимся ли мораль важной чертой робота при взаимодействии с людьми? Есть ли необходимость надежды робота с пообновлению интерпретировать моральную значимость с ситуаций и действий, выносить моральные суждения и т. д. Вопрос остается открытым [10].

Моральная ответственность также входит на первый план в работах Г. Додиг-Црнковича и его соавторов [11]. Авторы отмечают, что все более широкое использование автономных, обучающихся интеллектуальных систем приводит к новому подходу к распределению задач между людьми и технологическими артефактами, заставляя изучать соответствующее разделение ответственности за их проектирование, производство, внедрение и использование.

По мнению авторов, главное внимание следует уделять моральной ответственности при обучении интеллектуальным системам и отношениям производитель-пользователь, опосредованным интеллектуальными технологиями, адаптивные и автономные технологии. Авторы выдвигают аргумент, что интеллектуальному артефакту можно приписать «ответственность» в том же контексте, в котором ему приписывается «интеллект». Они утверждают, что существование системы, которая «заботится» о разумном выполнении определенных задач, учится на опыте, как с своим, так и чужим, и принимает автономные решения, дает нам основание говорить об ИИ как о системе, «ответственной за задачу» [11].

Несомненно, любая высшая технология, при которой человек вступает в тесный контакт с машиной, морально значима для человека, поэтому «ответственность за задачу» с моральными последствиями можно рассматривать как моральную ответственность. Однако технологические достижения в области робототехники на современном этапе развития вряд ли можно отнести к таковым [11].

В литературе бытует мнение, что роботы или, как их называют, технологические артефакты — это продукты человеческого разума, сформированные нашими ценностями и нормами. Их можно рассматривать как часть социальной и технологической системы с определенной ответственностью аналогичной критически важным технологиям безопасности, таким как ядерная энергетика или транспорт. Здесь за последствия роботов должен нести полную ответственность их разработчик [12]. Однако, принимая во внимание, что все возможные негативные условия эксплуатации системы никогда не могут возникнуть, поскольку ни одна система не может быть проверена во всех возможных ситуациях ее использования, производитель несет ответственность за обеспечение правильного функционирования системы в разумно предсказуемых условиях обстоятельства. При возникновении аварий необходимо принимать дополнительные меры безопасности для смягчения их последствий [12]. Соответственно, необходимо устанавливать дбарьеров безопасности для автономных интеллектуальных и обучающихся систем, чтобы предотвратить нежелательные, возможно, катастрофические последствия.

По мнению Г. Додиг-Црнковича и его соавторов, для всех практических целей вопрос ответственности в критически важных интеллектуальных системах безопасности может быть решен в одном и том же порядке. образом, как вопрос безопасности в «критически важных интеллектуальных системах», к которым они относятся, например, атомной промышленности и транспорт [11].

3.3 Этическая проблема использования сервисных роботов

Широкое распространение сервисных роботов стало результатом нескольких разработок, которые позволили роботам стать мобильными интерактивными машинами. Были разработаны сложные алгоритмы управления в сочетании с достижениями в области сенсорных технологий, нанотехнологий, материаловедения, машинного зрения и высококоротных миниатюрных систем вычисления [13].

В области сервисной робототехники японские и южнокорейские компании разработали роботов для ухода за детьми, которые имеют встроенные видеорекамеры, могут выполнять словесные викторины, распознавать речь, лица и т. д. Мобильность и полуавтономная функция идеально подходят для визуального и слухового контроля. Интегрированные радиочастотные идентификационные метки предупреждают, когда дети находятся вне досягаемости.

Исследования роботов-нянь в США и Японии продемонстрировали способность привлекать внимание детей. Однако такие роботы не обеспечивают необходимого ухода, и дети по-прежнему нуждаются в человеческом внимании.

Из-за физической безопасности, обеспечиваемой роботами-нянями, дети могут быть лишены контакта с людьми в течение многих часов в день или, возможно, в течение нескольких дней, а возможное психологическое влияние различной степени социальной изоляции на развитие неизвестно. Что произойдет, если родители оставят ребенка в надежных руках будущего роботопедагога, практически не принимая участия в его воспитании? На сегодняшний день нет ответа на вопрос, каковы будут последствия длительного воздействия роботов на младенцев при отсутствии человека в образовательном процессе. [14].

Так, исследования раннего развития на обезьянах показали, что у молодых животных возникает желательная социальная дисфункция, у которой развивается привязанность только к неодушевленным предметам [14]. Соответственно, потенциальная проблема снижения социальной адаптации и развития возможной депрессии у детей существует, но законодательного закрепления ответственности за «социальную изоляцию детей в обществе роботов» в современном законодательстве нет. Также нет никаких этических указаний со стороны международного сообщества о том, как решать эту проблему [14].

Сервисные роботы представляют собой лишь одну из многих этически проблемных областей, которые вскоре возникнут в результате быстрого роста и распространения разнообразных приложений в области робототехники. Ученые и инженеры, работающие в этой области, должны осознавать потенциальную опасность своей работы. [15].

3.4 Этическая проблема использования медицинских роботов

Внедрение медицинских роботов также поставило вопрос о применении к таким роботам обычных этических стандартов. Сама медицинская этика основана на принципах, связанных с медицинской практикой, уходе и лечением пациентов, которые включают ненападение, благотворительность, уважение автономии пациента и справедливость [16].

Моральный долг врачей – действовать в интересах пациентов и не причинять вреда им. Однако это включает в себя не только медицинские аспекты пациентов, но и определяет общее качество их жизни: ответственность за обеспечение и поддержание их жизни. Благополучие с учетом индивидуальных желаний и ценностей пациента.

Концепция автономии является всеобъемлющей и, следовательно, имеет последствия для других ключевых этических тем, включая ответственность, информированное согласие и конфиденциальность. Однако это также центральный вопрос сам по себе, который возникает в клинических и этических дискуссиях. Так, среди последних нейротехнических разработок — «мозг-компьютерные интерфейсы» (BCI), которые предполагают связь между мозгом и внешними устройствами таким образом, что сигналы мозга преобразуются в команды для устройств вывода для выполнения желаемых действий, в основном для восстановления полезных функций для людей с нервно-мышечными устройствами.

Интерфейсы «мозг-компьютер» (BCI) получают сигналы мозга, анализируют их и преобразуют в команды, которые передаются на устройства вывода, выполняющие желаемые действия.

Трудность принятия рациональных решений, отвечающих потребностям и правам пациентов в отношении их автономии, заключается в том, что неврологические вмешательства сопровождаются неопределенностью относительно их вероятных результатов и их характеристиках с ними рисков [17].

Гуан-Чжун Ян и его соавторы отмечают, что медицинская робототехника представляет собой один из наиболее быстрорастущих секторов индустрии медицинского оборудования. Нормативные, этические и правовые барьеры, налагаемые на медицинских роботов, требуют тщательного рассмотрения различных уровней автономности, а также контекста их использования [18].

Уровни автоматизации определены для автономных транспортных средств, но для медицинских роботов таких определений нет. Авторы предлагают определение уровней автономности роботов и предполагают, что роботы, относящиеся к уровням 1-4, являясь исполнителями, то есть в их деятельности принимает участие человек, отдающий исполнительные команды и контролирующей их действия. Роботы, относящиеся к 5-6 уровням, практически полностью автономны; их деятельность также подвержена рискам, как и деятельность медицинского персонала. Авторы полагают, что ожидается следующее: помимо развития технологий будет меняться и толерантность к риску автономных роботов [19].

3.5 Преступное поведение роботов

Общество уже давно обеспокоено влиянием робототехники, еще до того, как эта технология стала бизнес-полюсом. С момента первого появления этой категории на страницах литературных и научных изданий их авторы с ослепительным вниманием на предупреждение ошибок программирования, последствий emergentного поведения и других проблем, которые делают роботов непредсказуемыми и потенциально опасными [20].

Индустрия робототехники стремительно развивается. Это указывает на необходимость обратить внимание на этику роботов сейчас, особенно потому, что консенсус по этическим вопросам обычно медленно достигается технологией, что может привести к «политическому вакууму» [21].

Рольф Х. Вебер считает, что для того, чтобы сформулировать социальные и этические ценности с правовыми нормами, необходимо ответить на следующие вопросы, вытекающие из нормативной концепции общества [14]:

- Соответствуют ли процессы ИИ таким фундаментальным принципам, как права человека и не дискриминация?
- Основополагающее автоматизированное принятие решений на достаточной правовой основе, по крайней мере, в отношении вопросов управления?
- Соответствует ли автоматизированное принятие решений всем применимым требованиям законодательства о защите данных?
- Кто отвечает за мониторинг социально ответственной деятельности и несет ответственность за случаи сбоя, вызванного алгоритмами?

Принимая во внимание ответы на эти вопросы, по мнению автора, необходимо активизировать усилия по выработке комплексного подхода к социально-этическому и правовому измерению этнокультурных концептуализаций, продвигаемых с потенциалом симбиотическим отношениям в отношении человека и ИИ [22].

4. Дискусия

Сегодня во всем мире проводится огромное количество исследований с использованием различных методов искусственного интеллекта в области робототехники. Большинство работ посвящено машинному обучению в частности, методам глубокого обучения. Некоторые исследования были сосредоточены на использовании методов искусственного интеллекта для решения задач, связанных с адаптивным управлением, семантическим распознаванием сцен, интеллектуальными системами управления и т.д.

Старк, Петерс и Рюкерт [23] предложили новый подход к обучению роботов новым навыкам путем передачи знаний. Чтобы научить робота новому навыку, необходимо потратить много времени на перебор всех возможных конфигураций и состояний робота.

Для решения этой проблемы предлагается ограничить пространство поиска путем гоинициализации путем решения аналогичной задачи. Авторы статьи предложили подход, позволяющий адаптировать знания об уже освоенном навыке для решения новой задачи. Для презентации навыков возможные примитивные движения связаны с описанием их последствий.

Новые навыки с начала инициализируются с параметрами, полученными из примитивов движения изученного навыка, а затем адаптируются к новой задаче путем поиска политики относительно энтропии. Для демонстрации эффективности предложенного подхода была протестирована задача перемещения объекта роботом-манипулятором с тремя степенями свободы в симуляционной среде. Используя прошлый опыт, было показано, что количество итераций, необходимых для обучения, сократилось более чем на 60 %.

Макгилл и др. [24] решают проблему пересечения нерегулируемого перекрестка с помощью интеллектуальной системы вождения. Перекрестки относятся к числу наиболее опасных участков дорог, на которых происходит треть всех дорожно-транспортных происшествий. Для повышения безопасности водителей и пассажиров разрабатываются адаптивные системы помощи водителю с нижайшими количествами происшествий. Эффективной работе таких систем мешают ошибки, связанные с перекрытиями, когда фасады зданий, деревья или другие автомобили загораживают обзор. Авторы предлагают вероятностную модель оценки риска, учитывающую неопределенность полученных данных относительно окружающей обстановки. В отличие от существующих подходов, оценивающих риск на основе наблюдаемых транспортных средств, предлагаемый подход оценивает риск для отдельных участков дорог. Разработанная система позволяет повысить безопасность маневров, а также сократить время ожидания автомобиля перед перекрестком. Эта система в достаточной степени подчиняется существующему регулированию беспилотных транспортных средств.

4.1 Виды робототехники и приложений

Например, Стефас, Байрам и Ислер [25] рассматривают проблему минимизации времени полета и приземления вблизи целевой области в неизвестном месте с помощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Эта проблема осложняется наличием

коническая область надцелью внутри которой измерения антенны теряют направление: запись с игнорированием всех направлений дает одинаковую мощность сигнала. Авторы описали геометрическую модель этой области, основанную на моделировании антенны и данных, собранных реальной системой. Для решения этой проблемы была предложена стратегия, использующаясь с поиском дронов изменять высоту и представляющая собой спланированную траекторию возникновения при приближении к целевой области с верху для сокращения времени полета, необходимого для приземления в целевой области.

Экспериментальные исследования показали эффективность предложенной стратегии и сокращение времени, необходимого для посадки в целевой области.

Большое количество работ также посвящено применению робототехники в области медицины в нескольких тематических блоках, включая использование робототехники в микрохирургии, эндоскопической хирургии, лапароскопии, диагностике и т. д. Эндоскопические процедуры требуют визуальной обратной связи в реальном времени о местоположении введенных катетеров. В настоящее время это достигается с помощью рентгеновской рентгеновской копии, вызывающей облучение.

Альтернативный метод с использованием роботизированной ультразвуковой системы для отслеживания и навигации по катетерам при эндоскопических вмешательствах с акцентом на эндоскопические вмешательства описан в работе Лангша и Эла. [26]. Разработанный авторами подход основан на регистрации и преобразовании изображений, обеспечивающих как отслеживание траектории, так и визуальную обратную связь о положении катетера в реальном времени.

Биологический вдохновленные роботы используют механизмы и методы управления, характерные для реальных биологических существ, таких как животные или насекомые. Биологически вдохновленный подход

не предполагает копирования живых существ. Вместо этого разработанные механизмы основаны на тех, которые наблюдаются в природе, но они, как правило, проще и эффективнее. В последнее время активно проводятся различные исследования по управлению поведением прыгающих роботов с помощью инерционных хвостовых механизмов. Однако инерционный хвостовой механизм имеет высокую вероятность столкновения с препятствиями.

В работе Кима и Юна [27] предлагается механизм с импульсным колесом для достижения тех же характеристик управления ориентацией при уменьшении объема, занимаемого инерционными хвостовыми механизмом. Для проверки эффективности механизма с импульсным колесом авторы предложили модель робота и провели динамический анализ, моделирование и эксперименты на прыгающем роботе с разработанным механизмом. Кроме того, было продемонстрировано, что предложенный механизм может помочь управлять углом наклона тела прыгающего робота.

Помимо вышеперечисленных направлений исследований и разработок, к источникам научной информации относятся работы по планированию движения [28], повышению безопасности [29], различным датчикам и методам восприятия окружающей обстановки [30, 31], управлению приводами [32], калибровка [33], проектирование и конструирование роботов [34] и т.д.

Все эти научные работы поднимают некоторые вопросы, связанные с взаимодействием робота с человеком.

4.2 Взаимодействие робота и человека

В рамках этого направления мы изучаем вопросы, связанные с различными методами и интерфейсами взаимодействия робота и человека.

Одной из проблем, возникающих при интеграции роботов в рабочий процесс, является необходимость подготовить рабочую среду так, чтобы робот мог в ней ориентироваться. Обычно для этой цели используются различные маркеры, а также внешние системы мониторинга. Чжоу и Капила [35] предлагают использовать технологии дополненной реальности для решения этой проблемы. Авторы разработали мобильное приложение, обеспечивающее визуализацию рабочего пространства. Мобильное приложение позволяет выбрать любую позицию области видимости робота, которая затем будет связана с реальными объектами. Эти позиции переводятся в систему координат робота, и он может самостоятельно выполнять задачи по захвату и перемещению объектов.

Казалино [36] рассматривает проблему предотвращения столкновения робота и человека. Пути, по которым следует робот, должны быть безопасными для людей, особенно если робот держит в руках опасные инструменты или детали. При этом важно не травмировать робота, не налагая слишком жестких ограничений на движения робота. Авторы предлагают использовать гауссовы процессы для прогнозирования движения оператора с целью управления скоростью робота и предотвращения столкновений. Предлагается адаптивный подход, учитывающий постоянно обновляемую модель движения человека. Полученный подход оказался менее консервативным, чем существующие аналоги, что при этом снижает безопасность оператора. Подобные работы являются возможным предикатом работ с противоположной целью – исследования задач максимального вреда человеку роботом как в рамках национальной безопасности и обороны, так и вне их.

В связи с этим следует еще раз обратить внимание на создание возможного правового механизма, документ, устанавливающий этические принципы робототехники и аспекты их применения.

5. Вывод

Даже если мы соглашались с реалистичностью в отношении типов роботов, разработку которых технологически возможно в обозримом будущем, в каждом случае необходима более детальная этическая оценка конкретных робототехнических технологий: не существует универсального этического решения, применимого ко всем типам роботов. Точнее, на политическом уровне такая этическая оценка должна быть двоякой. Во-первых, следует оценить, происходит ли развитие,

производство и использование определенного типа роботов потенциально нарушает права человека. Во-вторых, политикам необходимо создать адекватные структуры и институты, с помощью которых пользователи и разработчики робототехнических технологий смогут нести ответственность за то, что делают их машины.

Этические принципы должны лечь в основу создания правовой базы для регуляции AI [37-42].

Рекомендации

1. Б. Ф. Малле, Интеграция этики роботов и машинной морали: исследование и разработка моральной компетентности роботов, *Этика и информационные технологии* 18, 243–256 (2016).
2. Холл Дж. С. Этика машин. В: Андерсон М, Андерсон С.Л., редакторы. *Машинная этика*, Кембридж: Издательство Кембриджского университета (2000)
3. Р. К. Аркин, Этика роботов, *этика и информационные технологии* 4, 305–18 (2002).
4. С. Чой, У. Дж. Икинс, Т. А. Фульбригге, Тенденции и возможности роботизированной автоматизации отделки и окончательной сборки в автомобильной промышленности. В: 2010 г., *Автоматизация науки и техники (CASE)*, Торонто, Канада: IEEE (2010 г.).
5. У. Е. Франке, Военные роботы и дроны. В: Galbreath DJ, Deni JR, редакторы. *Рутледж Справочник по оборонным исследованиям* (Нью-Йорк: Routledge, 2018).
6. Тиберт А. Этические машины? Обзор права Университета Сизтла 41 (4), 11–63 (2018 г.).
7. Б. П. Грин, Этические размышления об искусственном интеллекте, *Scientia et Fides* 6(2), 9–31. (2018)
8. Дж. Мур. Можно ли вычислить этику? *Метафизика* 26 (1/2), 1–21 (1995)
9. Н. Деринг, С. Пёшель, Секс-игрушки, секс-куклы, секс-роботы: Наши малоизученные соработники. *Сексология* 27(3), 51–58 (2018)
10. Асари П. Тело, которое можно пинать, но еще нет души, которую нужно поклоняться: Правовые перспективы робототехники. В П. Лине, К. Эбни и Г. Беки (ред.), «Этика роботов: этические и социальные последствия робототехники», Кембридж, Массачусетс: MIT Press (2011).
11. Г. Додиг Црнкович, Д. Персон, Разделение моральной ответственности с роботами: прагматический подход Границы искусственного интеллекта и приложений 173, 165–168 (2008).
12. В. Блейк, Регулирование медицинских роботов, *Temple Law Review* 92, 41–52 (2019).
13. Б. П. Грин, Искусственный интеллект и этика (2017).
14. Гипс Дж. На пути к этичному роботу. В «Эпистемологии Android» под редакцией Кеннета М. Форда, К. Глимур и Патрик Хейс (Кембридж, Массачусетс: MIT Press, 1994)
15. Р. Воробей, Л. Воробей, В руках машин? Будущее ухода за пожилыми людьми. *Разум* 16(1), 41–61 (2006)
16. Р. Х. Тейлор, А. Менсия, Г. Фихтингер, П. Фиорини, П. Дарио, Медицинская робототехника и компьютерно-интегрированная хирургия. В: Сицилиано Б, Хаттиб О, редакторы. *Справочник Springer по робототехнике*, Springer, Cham (2016)
17. К. Х. Кескинбора, События в медицинской этике искусственного интеллекта, *Журнал клинической неврологии* 64, 277–282 (2019).
18. Г. З. Ян и др.: Медицинская робототехника – нормативные, этические и юридические аспекты повышения уровня автономии, *Science Robotics* 2(4), eaam8638 (2017).
19. С.С. Аль-Федаги, Типизационная этика искусственных агентов. В: 2-я Международная конференция IEEE по цифровым темам и технологиям, Гатхатанулок, Таиланд: IEEE (2008).

20. Лин П, Абни К., Бекей Г. Этика роботов: картирование проблем механизированного мира. Искусственный интеллект 175(5-6), 942-949 (2011).
21. Х. Рольф, Вебер. Социально-этические ценности и правовые правила на автоматизированных платформах: поиск симбиотических отношений, Computer Law & Security Review 36, 105380 (2020).
22. А. Левингхаус, Разработка роботов: необходимость этических рамок, European View 17(1), 37-43 (2018).
23. Старк С., Питерс Дж., Рикерт Э. Повторное использование опыта с примитивами вероятностного движения. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019 г.).
24. С.Г. Макгилл, Г. Росман, Т. Орт, А. Пирсон и др. Вероятностные метрики риска для навигации по закрытым перекресткам. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
25. Стефан Н., Байрам Х., Ислер В. Приземление БПЛА в неизвестном месте, отмеченном радиомаяком. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
26. Ф. Лангш, С. Вирга, Дж. Эстебан, Р. Гёбл, Н. Наваб, Роботизированная ультразвуковая система для катетерной навигации при эндоваскулярных процедурах. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
27. Ким М., Юн Д. Прыгающий робот-эскадрас с механизмом контроля баланса: результаты моделирования, моделирования и эксперимента. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
28. Дж. Ичновский, Р. Альтеровиц, Многоуровневые дополнительные инструменты дорожной карты для планирования реактивного движения. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
29. Синглетари А., Нильсон П., Гурриет Т., Эймс А.Д. Активная онлайн-безопасность для роботоманипуляторов. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
30. Н. Йылмаз, М. Базман, А. Аласи, Б. Гур, У. Тумердем, 6-осевое гибридное зондирование и оценка усилий/крутящих моментов кончика на верх избыточном роботизированном хирургическом инструменте. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
31. М. Полич, И. Крайчич, Н. Лепора, М. Орсаг, Сверхточный автокодировщик для извлечения признаков при тактильном распознавании. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
32. С. Джоши, Дж. Пайк, Многоотепленная силовая характеристика гибких приводов. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
33. К. Самант, А.Хабед, М. де Мателин, Л. Гюффин, Робастная ручная-глазная калибровка по редством итеративно перевешенного полупределенного программирования с ограничением по рангу. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019 г.).
34. Ким Дж., Мун Дж., Ким Дж., Ли Дж. Проектирование компактного компенсатора переменной силы жесткости (КВГК) на основе кулачка и регулируемого шарнира рычажного механизма. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
35. Чакко С.М., Капила В. Интерфейс дополненной реальности для взаимодействия человека и робота в неограниченных средах. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).

36. А. Казалино, А. Брамери, А. М. Занчеттин, П. Рокко, Адаптивная генерация охватываемых объемов для существования человека и робота с использованием мульти-сенсорных процессов. В: Международная конференция по интеллектуальным роботам и системам (IROS), IEEE, Макао (2019).
37. А.Ю. Боковня, И.Р. Бегиев, З.И. Хисамова и др., Актуальные проблемы противоправного применения искусственного интеллекта, Международный журнал криминологии и социологии, 9, 1054–1057 (2020)
38. Бегиев И.Р., Хисамова З.И., Никитин С.Г. Организация хакерского общества криминологический и уголовно-правовой аспекты // Рус. Дж. Кримин. 14(1), 96–105 (2020)
39. Хисамова З.И., Бегиев И.Р., Сидоренко Е.Л. Искусственный интеллект и проблемы обеспечения кибербезопасности, Междунар. Дж. из Cyber Crimin. 13(2), 564–577 (2019)
40. Бикеев И.И., Кабанов П.А., Бегиев И.Р., Хисамова З.И. Криминологические риски и правовые аспекты внедрения искусственного интеллекта. В материалах Международной конференции по искусственному интеллекту, обработке информации и облакам. Компьютеры, НьюЙорк: ACM (2019).
41. Бегиев И.Р., Хисамова З.И. Криминологические риски использования искусственного интеллекта. Российский криминологический журнал 12(6), 767–775 (2018)
42. Хисамова З.И., Бегиев И.Р. Уголовная ответственность и искусственный интеллект: теоретические и прикладные аспекты, Российский криминологический журнал 13(4), 564–574 (2019).