

## РАЗВИТИЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ: ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ДИСКУССИИ

А. Л. Хохлов<sup>1</sup>, М. Ю. Котловский<sup>1,2</sup> ✉, А. В. Павлов<sup>1</sup>, М. П. Потапов<sup>1</sup>, Л. Ф. Габидуллина<sup>1</sup>, Э. Б. Цыбикова<sup>2</sup><sup>1</sup>Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия<sup>2</sup>Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения, Москва, Россия

В настоящее время стремительное развитие получили нейротехнологии. Неуклонно растет объем государственных и частных инвестиций в данное направление, выступающее инвестиционным приоритетом. Создаются межгосударственные, национальные инициативы и государственно-частные альянсы по их развитию. При этом демонстрируется значительный потенциал нейротехнологий не только в лечении широкого спектра заболеваний и расстройств нервной системы, но и в улучшении природы человека. В то же время бесконтрольное использование данных технологий, может нарушать его основополагающие права. Все это поднимает вопросы, связанные с доступностью и потенциалом использования нейротехнологий в целях совершенствования сущности, что может оказать глубокое воздействие как на отдельных людей, так и на общество в целом. Развитие нейротехнологий требует высокоорганизованного подхода со стороны этики и морали, с последующим закреплением данных положений в установочных нормативно-правовых актах. В этом большая роль отводится международным, государственным и общественным организациям.

**Ключевые слова:** нейротехнологии, этика✉ **Для корреспонденции:** Михаил Юрьевич Котловский  
ул. Революционная, д. 5, г. Ярославль, 150000, Россия; m.u.kotlovskiy@mail.ru**Статья поступила:** 20.03.2024 **Статья принята к печати:** 27.03.2024 **Опубликована онлайн:** 30.03.2024**DOI:** 10.24075/medet.2024.005

## DEVELOPMENT OF NEUROTECHNOLOGIES: ETHICAL ISSUES AND PUBLIC DISCUSSIONS

Khokhlov AL<sup>1</sup>, Kotlovsky MYu<sup>1,2</sup> ✉, Pavlov AV<sup>1</sup>, Potapov MP<sup>1</sup>, Gabidullina LF<sup>1</sup>, Tsybikova EB<sup>2</sup><sup>1</sup>Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia<sup>2</sup>Central Research Institute of Healthcare Organization and Informational Support, Moscow, Russia

At present, neurotechnologies are emerging rapidly. The scope of state and private investment in the trend, which is the investment priority, is growing steadily. Interstate, national initiatives and public-private alliances for their development are created. Meanwhile, a significant potential of neurotechnologies consists not only in treatment of a wide specter of diseases and disorders of the nervous system, but also in improvement of human nature. At the same time, uncontrolled use of these technologies can violate fundamental rights. This raises the questions associated with accessibility and potential use of neurotechnologies to improve the human nature. It can produce a deep effect both on certain people, and the entire society. Development of neurotechnologies requires a highly organized approach on the part of ethics and morality with subsequent fixation of these provisions in the legislative and regulatory acts. International, state and non-governmental organizations play a great role in this case.

**Key words:** neurotechnologies, ethics✉ **Correspondence should be addressed:** Mikhail Yu. Kotlovsky  
Revolutsionnaya Str., 5, Yaroslavl, 150000, Russia; m.u.kotlovskiy@mail.ru**Received:** 20.03.2024 **Accepted:** 27.03.2024 **Published online:** 30.03.2024**DOI:** 10.24075/medet.2024.005

На сегодняшний день нейротехнологии можно определить как область технических устройств и процедур, используемых для доступа, мониторинга, исследования, оценки, манипулирования и (или) эмуляции структуры и функций нейронных систем животных или людей [1]. При этом нейротехнологии располагаются на стыке нескольких дисциплин, таких как химия, неврология, нейропсихология, информатика, биоинженерия, кибернетика, материаловедение и медицинские технологии. В то же время нейротехнологии не только охватывают прямую регистрацию мозговой активности человека и прямое влияние или модификацию мозговой активности, но и распространяются на любое устройство или приложение, включая сервисы и интерфейсы, на основе искусственного интеллекта и больших данных, которые могут извлекать знания из мозговой активности человека или модифицирующим образом влиять на нее.

Видится, что данный перечень технологий обладает значительным потенциалом в лечении широкого спектра заболеваний и расстройств нервной системы. Электронные чипы, имплантируемые в нервные ткани

или носимые устройства, уже сейчас демонстрируют серьезный потенциал в отношении диагностики, лечения и профилактики неврологических и психических расстройств, перспективу их использования у лиц с ограниченными возможностями [2].

Например, в 2023 г. была создана прорывная методика, позволяющая людям с травматическими повреждениями спинного мозга восстановить способность передвигаться естественным образом посредством применения беспроводного цифрового интерфейса (мозг-позвоночник), передающего сигналы в режиме реального времени [3].

Вместе с тем стоит отметить, что область применения нейротехнологий выходит далеко за рамки медицины и охватывает научные исследования, образование и даже уже повседневную жизнь простых людей. Например, решения, основанные на применении нейротехнологий, способны улучшить процесс обучения и приобретения людьми навыков, а также повысить концентрацию внимания [4].

Видится, что уже сегодня нейротехнологии способны в той или иной степени раскрывать, сущность людей,

секреты человеческой биологической основы и природы социальных, этических и, как следствие, юридически значимых решений, продуцируемых мозгом человека.

Благодаря перспективам, которые демонстрируют сегодня нейротехнологии, они привлекли значительное внимание со стороны правительств стран и их частного бизнеса. В наши дни они начали рассматриваться с позиций инвестиционной привлекательности [5].

По данным Международной инициативы по изучению мозга (IBI), финансирование исследований в этой области за последние 10 лет неуклонно увеличивается, что приводит к росту масштабных государственных программ, направленных на продвижение технологии вмешательства в мозг человека [6].

Начиная с 2013 г. такие национальные инициативы, как исследование мозга посредством продвижения инновационных нейротехнологий в США (BRAIN) и в Европейском союзе (HBP), а также крупные национальные инициативы Китая, Японии и Южной Кореи, были запущены при значительной финансовой поддержке соответствующих национальных правительств [6–8]. Канадская стратегия исследований мозга, первоначально действовавшая как многосторонняя коалиция заинтересованных сторон по исследованиям в данной области, также проводит активный поиск финансовой поддержки со стороны государства, с целью быть преобразованной в национальную исследовательскую инициативу [9]. Аналогичное предложение также рассматривается в случае Австралийского альянса мозга, призывающего к созданию Австралийской национальной инициативы исследования мозга [10].

Приблизительная оценка государственных инвестиций в данные технологии показывает, что начиная с 2012 г. в развитие данного направления было инвестировано более 6 млрд. долларов (США). В дополнение к государственной поддержке частные инвестиции в нейротехнологические компании также неуклонно растут. В период с 2010 по 2020 г. объем вложений в данные компании увеличился с 331 млн. долларов до 7,3 млрд. долларов (в 22 раза). При этом общий объем инвестиций в нейротехнологические компании достиг 33,2 млрд. долларов к 2020 г. [11].

Этот выраженный всплеск частных инвестиций отражает растущий рыночный спрос и расширение внедрения решений, основанных на данных технологиях. Прогнозируется, что в ближайшем будущем нейротехнологии станут крупной отраслью, способной приносить существенные социально-экономические дивиденды. По ранее сделанным прогнозам, объем данного рынка составит более 17 млрд. долларов уже к 2026 г. [12]. Более поздние исследования продемонстрировали, что рынок нейротехнологических устройств может вырасти с 11,3 млрд. долларов в 2021 г. до 24,2 млрд. долларов в 2027 г. При этом прогнозируемый совокупный годовой темп роста составит 14,4% в течение рассматриваемого периода [13].

В то же время быстрое развитие нейротехнологий во многих областях закономерно поднимает ряд важных этических вопросов. В отличие от других технологических инноваций, нейротехнологии чаще всего напрямую взаимодействуют с человеческим мозгом и оказывают на него влияние. Это может повлечь за собой глубокие последствия для фундаментальных аспектов человеческого бытия. К ним относятся, среди прочего, психическая целостность, неприкосновенность личности, человеческое достоинство, личная идентичность, свобода

мысли, автономия и неприкосновенность частной жизни. Все это поднимает вопросы, связанные с доступностью и потенциалом использования нейротехнологий в целях совершенствования человеческой сущности, что может оказать глубокое воздействие как на отдельных людей, так и на человеческое общество в целом [1].

Стоит отметить, что психическая целостность человека — это владение индивидом своим психическим состоянием и данными мозга таким образом, чтобы без согласия данного индивида никто не имел права читать, распространять или изменять подобное состояние и указанные данные [14].

Как пример этических проблем, связанных с психической целостностью, можно привести использование интерфейсов «мозг-компьютер» (BCI). Подобные устройства считывают сигналы из мозга человека и преобразуют их в команды для машин. Видится, что данные интерфейсы потенциально будут способны помочь людям с двигательными расстройствами или параличом [15]. В то же время, если допустить, что эти устройства могут быть взломаны или подвержены манипуляциям со стороны недобросовестных третьих лиц, это может повлиять не только на физическую автономию личности, но также приведет к нарушению психической неприкосновенности человека и его права контролировать свои собственные мысли и действия.

Концепция психической неприкосновенности также включает признание человеческого достоинства, в том числе целостность тела, и уважение принципа равенства. Статья 1 «Всеобщей Декларации прав человека» (ООН, 1948) гласит, что все люди рождаются свободными и равными в отношении достоинства и права [16]. Они наделены разумом и совестью. В соответствии с этим целостность тела каждого человека, включая мозг и психику, должна признаваться, уважаться и защищаться от любых форм нейротехнологических изменений. При этом противоправная модификация или манипулирование должны восприниматься как нарушение человеческого достоинства [1].

Нейротехнологии также потенциально могут влиять на личностную идентичность, которая относится к способности людей самостоятельно мыслить и чувствовать [1]. Так, глубокая стимуляция мозга (DBS) представляет собой пример нейротехнологии, вызывающей этические проблемы, связанные как с человеческим достоинством, так и с личной идентичностью. Глубокая стимуляция мозга — это хирургическая процедура, при которой электроды имплантируются в определенные области мозга для регулирования аномальных импульсов. Она часто используется для лечения таких состояний, как болезнь Паркинсона, дистония или обсессивно-компульсивное расстройство [17]. Однако DBS также может неоднозначно изменять личность или поведение человека, снижая и позитивные личностные способности. Например, может пострадать художественное творчество человека. Помимо этого, возможно искажение памяти пациента о прошлых событиях. В таких случаях человеческое достоинство и личная идентичность людей, которые являются сутью, делающей их уникальными, могут быть ущемлены [18].

Растущие возможности, открываемые разработками, связанными с нейротехнологиями, включая мониторинг, слежку и манипулирование когнитивными функциями, потенциально могут помешать когнитивным процессам, особенно в отношении свободного принятия решений.

Это имеет центральное значение для автономии воли индивида, что относится к способности человека совершать самостоятельные действия, отвечающие критериям интенциональности и осознанности. Они должны быть свободны от внешних воздействий, направленных на контроль или определение действий человека [19]. Автономия воли тесно переплетена с концепцией осознанного согласия. В этом отношении статья 6 Всеобщей Декларации по биоэтике и правам человека (UDHR) говорит о том, что любое профилактическое, диагностическое и терапевтическое медицинское вмешательство, а также научные исследования должны проводиться только с предварительного, свободного, явно выраженного и осознанного согласия заинтересованного лица [20]. В то же время в случае с нейротехнологиями возникают дополнительные проблемы, вызванные применимостью принципа информированного согласия, поскольку риски и выгоды, связанные с использованием этих технологий, еще предстоит полностью оценить, а соответствующая информация в настоящее время является заведомо неполной или недоступной для пациента в полном объеме.

Этические проблемы, связанные с автономией воли и осознанным согласием, могут быть вызваны, например, методами нейровизуализации, такими как функциональная магнитно-резонансная томография (fMRI) [21]. Нейровизуализация потенциально позволяет идентифицировать индивидуальные модели мышления или даже прогнозировать поведение человека. Например, работодатель потенциально может использовать методы нейровизуализации для оценки пригодности рассматриваемых кандидатов на работу. Однако это вызвало бы этические вопросы, связанные с пониманием кандидатами последствий того, что сканирование их мозга может выявить потенциальное неправильное использование этих данных. Например, несправедливую оценку качеств, не имеющих отношения к работе, или раскрытие глубокой личной информации, такой как восприимчивость к определенным психическим заболеваниям. В таких случаях действительность информированного согласия подрывается.

Поскольку нейротехнологии могут записывать и передавать данные о мозге, а также цифровую информацию, относящуюся к деятельности мозга, они также могут вторгаться и в частную жизнь человека. Последнее относится к явному нарушению защиты индивида от несанкционированного вторжения третьих лиц в их ментальную информацию, а также от несанкционированного сбора персональных данных.

Персональные данные мозга, так же известные как нейронные данные, — это данные, относящиеся к функционированию или структуре мозга. Люди генерируют значительную часть нейронных данных неосознанно, а это означает, что под воздействием применения нейротехнологий индивиды могут неосознанно или непреднамеренно делиться информацией, которую они в противном случае не стали бы раскрывать третьим лицам [1].

Сбор и обработка данных с нейроустройств могут быть использованы для идентификации отдельных лиц или выявления их мозговой активности, особенно в связи со стигматизацией неврологического или психического здоровья. Это предпосылки дискриминационной практики. Следует добавить, что помимо медицинской сферы эмоциональные реакции потребителей, связанные

с индивидуальными предпочтениями и рисками, могут отслеживаться с помощью нейротехнологий, таких как нейровизуализация. Одновременно обладание нейронными данными может способствовать построению более точных предсказательных прогнозов на уровне рынка, чем обладание традиционными поведенческими данными [22].

Следует отметить, что воздействие нейротехнологий на уязвимые группы населения, включая детей и подростков, заслуживает особого рассмотрения. Данная категория лиц, учитывая их продолжающееся развитие нервной системы и пластичность их мозга, более восприимчива к потенциальным побочным эффектам или непреднамеренным последствиям нейротехнологий [23]. Если допустить, что школа внедрила программу, в рамках которой учащиеся используют интерфейсы ВСИ для повышения восприимчивости к обучению, это потенциально может создать ряд этических проблем. Например, с одной стороны, чрезмерная зависимость от ВСИ в процессе обучения может негативно сказаться на других важных когнитивных навыках учащихся, включая креативность или умение самостоятельно решать проблемы. С другой стороны, интеграция нейроустройств и интерфейсов «мозг-компьютер» в критические периоды развития нервной системы может затруднить проведение различия между чертами характера и поведением.

С учетом всего сказанного выше в 2020 г. государства — члены ООН призвали подготовить рекомендации, которые способствовали бы продвижению «общей повестки дня» всех стран и реагированию на текущие и будущие вызовы человечеству (A/RES/75/1) [24]. К ним были отнесены цифровые технологии и их потенциальная способность провоцировать разногласия внутри стран, снижать безопасность, подрывать права человека и усугублять межличностное неравенство. В 2021 г. Генеральный секретарь ООН прочитал доклад, в котором нейротехнологии были представлены как пограничная проблема в области прав человека, требующая разъяснений в отношении применимых рамок и стандартов, с целью предотвращения вреда в цифровом или технологическом пространстве [25].

В настоящее время ЮНЕСКО играет значительную роль в области нейротехнологий, используя свой мандат и опыт в области биоэтики. Рапорт за 2021 г., опубликованный ЮНЕСКО, представил обширный обзор этических, правовых и социальных последствий применения нейротехнологий и содержал конкретные рекомендации о возможных путях их реализации в жизнь [1]. Помимо руководства международными дискуссиями по данному вопросу и дискуссиями в системе ООН, ЮНЕСКО повышает осведомленность общественности и выступает за увеличение политических усилий в отношении нейротехнологий.

Доклад о рисках и вызовах, связанных с нейротехнологиями относительно прав человека, был опубликован ЮНЕСКО в 2022 г. в сотрудничестве с Университетом Милано-Бикокка и Государственным университетом Нью-Йорка [26]. Данный отчет показал глобально ландшафт нейротехнологий в мире, предоставил данные о ключевых участниках в этой области, о сфере их разработок и ключевых достижениях.

Международный комитет по биоэтике, который является экспертно-консультативным органом ЮНЕСКО, считает, что «нейроправа» охватывают определенные права человека, которые уже признаны в национальных законах, международном праве и международных

документах по правам человека. Эти права основаны на признании основных прав всех людей на физическую и психическую неприкосновенность, неприкосновенность частной жизни, свободу мысли и свободную волю, а также на праве пользоваться благами научного прогресса, а также на признании необходимости защиты и поощрения этих прав в отношении применения нейротехнологий. Они также включают в себя право принимать свободные и ответственные решения по вопросам, связанным с использованием нейротехнологий, без какой-либо формы дискриминации, принуждения или насилия.

В настоящее время на государственном уровне лишь в нескольких странах приняты нормативные акты по защите психического здоровья или защите нейроданных как персональных данных [26]. Примерами могут служить конституционная реформа, проведенная в Чили, Хартия ответственного развития нейротехнологий правительства Франции и Хартия цифровых прав правительства Испании [27–29]. В приведенных случаях были предложены различные подходы к регулированию и защите основных прав человека в отношении нейротехнологий. В настоящее время такие страны, как Великобритания, также изучают, при каких обстоятельствах нейронные данные могут рассматриваться как особая категория данных в рамках общей системы персональной информации [30].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время следует признать, что этическое регулирование развития науки и техники неуклонно запаздывает, в том случае если оно основано на простом реагировании на конкретные ситуации, порождаемые уже имеющимися или даже широко применяемыми

технологиями. По этой причине необходимо заранее прогнозировать последствия внедрения нейротехнологий, используя сценарии, в которых находит отражение общество, наука, технологии будущего и то, как они будут взаимодействовать. Как и в случае со всеми вновь появляющимися технологиями, развитие нейротехнологий требует высокоорганизованного подхода со стороны человеческой этики и морали, с последующим закреплением данных положений в установочных нормативно-правовых актах.

Ответственные инновации в нейротехнологиях должны быть результатом сотрудничества науки и общества. В процессе разработки нейротехнологий важно учитывать перспективы, потребности, озабоченности и опыт людей, которые будут их использовать. Просветительская работа относительно того, что такое нейротехнологии и каких эффектов можно ожидать от их разработки и применения, — это базовая потребность современного общества.

Прогресс в области нейротехнологий требует активного взаимодействия с обществом, при этом важно обеспечить двусторонний обмен информацией, а не ограничиваться только передачей информации от разработчиков к пользователям. Таким образом, необходимо стремиться к инклюзивности, интегрируя общественные интересы и ценности в процесс создания и развития этих технологий.

Привлечение внимания общества критически важно для построения доверия пользователей, что может способствовать более точной настройке новых технологий на нужды тех, кто будет ими пользоваться. Это также поможет избежать необоснованных ожиданий, которые могут негативно повлиять на доверие общества к технологиям и искусственному интеллекту.

## Литература

1. UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation) International Bioethics Committee, Report of the International Bioethics Committee of UNESCO (IBC) on the Ethical Issues of Neurotechnology, SHS/BIO/IBC-28/2021/3 Rev. 2021. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378724.locale=en> (дата обращения 10.03.2024).
2. Doidge N. The Brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science. Viking Press. 2007; 427 p. ISBN 978-8178241753.
3. Lorach H, Galvez A, Spagnolo V, Martel F, et al. Walking naturally after spinal cord injury using a brain–spine interface. *Nature*. 2023; 618(7963): 126–133. DOI: 10.1038/s41586-023-06094-5.
4. Cinel C, Valeriani D, Poli R. Neurotechnologies for human cognitive augmentation: current state of the art and future prospects. *Front. Hum. Neurosci.* 2019; 1:3. DOI: 10.3389/fnhum.2019.00013.
5. Галай Н. И. Применение нейротехнологий в коммерческой сфере Р (на примере маркетинга банковских депозитных услуг): дис. канд. эконом. наук: 5.2.3. Санкт-Петербургский гос. университет, Санкт-Петербург. 2022; 315 с.
6. International Brain Initiative Tackling Global Issues in Neuroscience Research. 2021. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.internationalbraininitiative.org/news/tackling-global-issues-neuroscience-research> (дата обращения 10.03.2024).
7. US National Institutes of Health Overview of the BRAIN Initiative®. 2023. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nidcd.nih.gov/funding/brain-initiative-nidcd> (дата обращения 10.03.2024).
8. Korea Brain Research Institute Brief summary of Korea Brain Initiative (KBRi). Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.kbri.re.kr/new/pages\\_eng/sub/page.html?mc=3186](https://www.kbri.re.kr/new/pages_eng/sub/page.html?mc=3186) (дата обращения 10.03.2024).
9. Canadian Brain Research Strategy Establishing a Brain Research Initiative for Canada: Written Submission to the Standing Committee for Science and Research of the House of Commons of Canada. 2022. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/441/SRSR/Brief/BR11624221/br-external/CanadianBrainResearchStrategy-e.pdf> (дата обращения 10.03.2024).
10. Australian Academy of Science (no date) Why Australia needs a brain initiative. Australian Academy of Science. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.science.org.au/supporting-science/other-initiatives/ausbrain/why-australia-needs-brain-initiative> (дата обращения 10.03.2024).
11. NeuroTech ANALYTICS Global Neurotech Industry Investment Digest. 2021. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <http://analytics.neurotech.com/neurotech-investment-digest.pdf> (дата обращения 10.03.2024).
12. Neurotech Reports. The Market for Neurotechnology: 2022–2026. 2018. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.neurotechreports.com/pages/execsum.html> (дата обращения 10.03.2024).
13. BCC Research Neurotech Devices: Global Market Outlook. 2023. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://secure.livechatinc.com/> (дата обращения 10.03.2024).
14. Lavazza, A. Freedom of thought and mental integrity: The moral requirements for any neural prosthesis. *Frontiers in Neuroscience*. 2018; 12: 82.
15. Gilbert F, Cook M, O'Brien T, Illes J. Embodiment and estrangement: Results from a first-in-human 'intelligent BCI' trial. *Science and engineering ethics*. 2019; 25 (1): 83–96.
16. UN. Universal Declaration of Human Rights. New York, UN. 1948. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.>

- un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights (дата обращения 10.03.2024).
17. Kringelbach ML, Jenkinson N, Owen SL, Aziz TZ. Translational principles of deep brain stimulation. *Nature Reviews. Neuroscience: journal.* 2007; 8(8): 623–635. DOI: 10.1038/nrn2196.
  18. Zarzycki MZ, Domitrz I. Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation — a systematic review. *Acta Neuropsychiatr.* 2020; 32(2): 57–64. DOI: 10.1017/neu.2019.35.
  19. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics, fifth ed. New York: Oxford University Press. 2001; 454 p.
  20. UNESCO. Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. Paris: UNESCO. 2005. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: [http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL\\_ID=31058&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (дата обращения 10.03.2024).
  21. Rinck PA. Magnetic Resonance in Medicine. A Critical Introduction. The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum. 2023. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: [https://www.trtf.eu/pubs/Textbook\\_AdvancedContrast.pdf](https://www.trtf.eu/pubs/Textbook_AdvancedContrast.pdf) (дата обращения 10.03.2024).
  22. Karmarkar UR and Yoon C. Consumer neuroscience: advances in understanding consumer psychology. *Current Opinion in Psychology.* 2016; 10: 160–165. DOI: 10.1016/j.copsyc.2016.01.010.
  23. Spear LP. Adolescent neurodevelopment. *Journal of adolescent health.* 2013; 52(2): 7–13.
  24. UN. Declaration on the commemoration of the seventy-fifth anniversary of the United Nations, United Nations General Assembly. A/RES/75/1. 2020. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://unacov.uk/un75-declaration/> (дата обращения 10.03.2024).
  25. UN. Our Common Agenda, report of the Secretary-General. 2021. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20230216065407/>; <https://www.un.org/en/content/common-agenda-report/> (дата обращения 10.03.2024).
  26. UNESCO. University of Milan-Bicocca (Italy) and State University of New York — Downstate Health Sciences University. The risks and challenges of neurotechnologies for human rights. 2023. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384185.page=%5B8%5D> (дата обращения 10.03.2024).
  27. Zúñiga-Fajuri A, Miranda LV, Miralles DZ, Venegas, RS. Neurorights in Chile: Between neuroscience and legal science. *Developments in Neuroethics and Bioethics.* 2021; 4: 165–179.
  28. Government of France. Charter for the Responsible Development of Neurotechnologies. Ministry of Higher Education and Research. 2022. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/charte-de-eveloppement-responsable-des-neurotechnologies-87964> (дата обращения 10.03.2024).
  29. Government of Spain. Charter of Digital Rights.pdf. 2021. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: [https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/participacion\\_publica/audiencia/ficheros/Charter%20of%20Digital%20Rights.pdf](https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/participacion_publica/audiencia/ficheros/Charter%20of%20Digital%20Rights.pdf) (дата обращения 10.03.2024).
  30. UK's Information Commissioner's Office ICO tech futures: neurotechnology: Regulatory issues. ICO. 2023. Режим доступа: [Электронный ресурс]. URL: <https://ico.org.uk/about-the-ico/research-and-reports/ico-tech-futures-neurotechnology/regulatory-issues/> (дата обращения 10.03.2024).

## References

1. UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation) International Bioethics Committee, Report of the International Bioethics Committee of UNESCO (IBC) on the Ethical Issues of Neurotechnology, SHS/BIO/IBC-28/2021/3 Rev. 2021. Available from URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378724.locale=en> (accessed 10.03.2024).
2. Doidge N. The Brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science. Viking Press. 2007; 427 p. ISBN 978-8178241753.
3. Lorach H, Galvez A, Spagnolo V, Martel F, et al. Walking naturally after spinal cord injury using a brain–spine interface. *Nature.* 2023; 618(7963): 126–133. DOI: 10.1038/s41586-023-06094-5.
4. Cinel C, Valeriani D, Poli R. Neurotechnologies for human cognitive augmentation: current state of the art and future prospects. *Front Hum Neurosci.* 2019; 13: DOI: 10.3389/fnhum.2019.00013.
5. Galaj NI. Primenenie nejrotekhnologij v kommercheskoj sfere R (na primere marketinga bankovskih depozitnyh uslug): dis. kand. ekonom. nauk: 5.2.3. Sankt-Peterburgskij gos. universitet, Sankt-Peterburg. 2022; 315 s. Russian.
6. International Brain Initiative Tackling Global Issues in Neuroscience Research. 2021. Available from URL: <https://www.internationalbraininitiative.org/news/tackling-global-issues-neuroscience-research> (accessed 10.03.2024).
7. US National Institutes of Health Overview of the BRAIN Initiative®. 2023. Available from URL: <https://www.nidcd.nih.gov/funding/brain-initiative-nidcd> (accessed 10.03.2024).
8. Korea Brain Research Institute Brief summary of Korea Brain Initiative (KBRI). Available from URL: [https://www.kbri.re.kr/new/pages\\_eng/sub/page.html?mc=3186](https://www.kbri.re.kr/new/pages_eng/sub/page.html?mc=3186) (accessed 10.03.2024).
9. Canadian Brain Research Strategy Establishing a Brain Research Initiative for Canada: Written Submission to the Standing Committee for Science and Research of the House of Commons of Canada. 2022. Available from URL: <https://www.ourcommons.ca/Content/Committee/441/SRSR/Brief/BR11624221/br-external/CanadianBrainResearchStrategy-e.pdf> (accessed 10.03.2024).
10. Australian Academy of Science (no date) Why Australia needs a brain initiative. Australian Academy of Science. Available from URL: <https://www.science.org.au/supporting-science/other-initiatives/ausbrain/why-australia-needs-brain-initiative> (accessed 10.03.2024).
11. NeuroTech ANALYTICS Global Neurotech Industry Investment Digest. 2021. Available from URL: <http://analytics.neurotech.com/neurotech-investment-digest.pdf> (accessed 10.03.2024).
12. Neurotech Reports. The Market for Neurotechnology: 2022–2026. 2018. Available from URL: <https://www.neurotechreports.com/pages/execsum.html> (accessed 10.03.2024).
13. BCC Research Neurotech Devices: Global Market Outlook. 2023. Available from URL: <https://secure.livechatinc.com/> (accessed 10.03.2024).
14. Lavazza A. Freedom of thought and mental integrity: The moral requirements for any neural prosthesis. *Frontiers in Neuroscience.* 2018; 12: 82.
15. Gilbert F, Cook M, O'Brien T, Illes, J. Embodiment and estrangement: Results from a first-in-human 'intelligent BCI' trial. *Science and engineering ethics.* 2019; 25 (1): 83–96.
16. UN. Universal Declaration of Human Rights. New York, UN. 1948. Available from URL: <https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights> (accessed 10.03.2024).
17. Kringelbach ML, Jenkinson N, Owen SL, Aziz TZ. Translational principles of deep brain stimulation. *Nature Reviews. Neuroscience: journal.* 2007; 8(8): 623–635. DOI: 10.1038/nrn2196.
18. Zarzycki MZ, Domitrz I. Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation — a systematic review. *Acta Neuropsychiatr.* 2020; 32(2): 57–64. DOI: 10.1017/neu.2019.35.
19. Beauchamp TL, Childress JF. Principles of biomedical ethics, fifth ed. New York: Oxford University Press. 2001; 454 p.
20. UNESCO. Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. Paris: UNESCO. 2005. Available from URL: [http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL\\_ID=31058&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=31058&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html) (accessed 10.03.2024).
21. Rinck PA. Magnetic Resonance in Medicine. A Critical Introduction. The Basic Textbook of the European Magnetic Resonance Forum. 2023. Available from URL: [https://www.trtf.eu/pubs/Textbook\\_AdvancedContrast.pdf](https://www.trtf.eu/pubs/Textbook_AdvancedContrast.pdf) (accessed 10.03.2024).
22. Karmarkar UR and Yoon C. Consumer neuroscience: advances in understanding consumer psychology. *Current*

- Opinion in *Psychology*. 2016; 10: 160–165. DOI: 10.1016/j.copsyc.2016.01.010.
23. Spear LP. Adolescent neurodevelopment. *Journal of adolescent health*. 2013; 52(2): 7–13.
  24. UN. Declaration on the commemoration of the seventy-fifth anniversary of the United Nations, United Nations General Assembly. A/RES/75/1. 2020. Available from URL: <https://unacov.uk/un75-declaration/> (accessed 10.03.2024).
  25. UN. Our Common Agenda, report of the Secretary-General. 2021. Available from URL: <https://web.archive.org/web/20230216065407/>; <https://www.un.org/en/content/common-agenda-report/> (accessed 10.03.2024).
  26. UNESCO. University of Milan-Bicocca (Italy) and State University of New York — Downstate Health Sciences University. The risks and challenges of neurotechnologies for human rights. 2023. Available from URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384185.page=%5B8%5D> (accessed 10.03.2024).
  27. Zúñiga-Fajuri A, Miranda LV, Miralles DZ, Venegas RS. Neurorights in Chile: Between neuroscience and legal science. *Developments in Neuroethics and Bioethics*. 2021; 4: 165–179.
  28. Government of France. Charter for the Responsible Development of Neurotechnologies. Ministry of Higher Education and Research. 2022. Available from URL: <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/charte-de-developpement-responsable-des-neurotechnologies-87964> (accessed 10.03.2024).
  29. Government of Spain. Charter of Digital Rights.pdf. 2021 Available from URL: [https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/participacion\\_publica/audiencia/ficheros/Charter%20of%20Digital%20Rights.pdf](https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/participacion_publica/audiencia/ficheros/Charter%20of%20Digital%20Rights.pdf) (accessed 10.03.2024).
  30. UK's Information Commissioner's Office ICO tech futures: neurotechnology: Regulatory issues. ICO. 2023. Available from URL: <https://ico.org.uk/about-the-ico/research-and-reports/ico-tech-futures-neurotechnology/regulatory-issues/> (accessed 10.03.2024).