

СОЦИОФИЛОСОФСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В. А. Ветров ✉

Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук, Москва, Россия

Эпигенетика в последние 20 лет превратилась в актуальную, активно развивающуюся отрасль научного знания. Научные достижения в данной области вызвали интерес представителей множества социогуманитарных дисциплин, сформировав дискуссии на нескольких соответствующих уровнях: правовом, философском, политическом, социальном, культурном, медицинском, коммерческом и пр. Таким образом, эпигенетика становится одним из ярких примеров современной тенденции к междисциплинарным исследованиям, став «пограничным объектом» разных наук. В данной статье автор анализирует разворачивающиеся дискуссии в оценке этических, социальных и правовых последствий эпигенетики. Рассматривается репрезентация эпигенетики в СМИ и науке, отдельное внимание уделено причинам формирования представления эпигенетики как «антидетерминистской». Эпистемическое значение эпигенетики позволяет по-новому обратиться к ряду фундаментальных проблем: дихотомии природа-воспитание, вопросам о справедливой социальной политике, в частности, в области здравоохранения, этическим противоречиям в оценке вреда и пользы, коллективной и индивидуальной ответственности (особенно родительской), «проблеме неидентичности». Автор отмечает, что несмотря на потенциал эпигенетики в персонализированной медицине, к феномену эпигенетики, как исключительному, следует относиться с осторожностью ввиду ранних этапов исследования и недостаточности эмпирических данных. Неоправданная же экстраполяция эпигенетического регулирования на социокультурную жизнь может приводить к ошибочным редукционистским выводам. Тем не менее он оптимистично смотрит на перспективы эпигенетических исследований.

Ключевые слова: биоэтика, эпигенетика, ELSI, теория справедливости, политическая теория, детерминизм, ответственность

Финансирование: статья подготовлена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-18-00422).

✉ **Для корреспонденции:** Владимир Андреевич Ветров
ул. Ново-Никольская, д. 65, г. Красногорск, 143443, Россия; Vetrov21v10@gmail.com

Статья поступила: 25.04.2022 **Статья принята к печати:** 29.05.2022 **Опубликована онлайн:** 30.06.2022

DOI: 10.24075/medet.2022.050

SOCIO-PHILOSOPHICAL DIMENSION OF EPIGENETIC RESEARCH

Vetrov VA ✉

Institute of Scientific Information for Social Sciences of RAS, Moscow, Russia

In the last 20 years, epigenetics has evolved into a relevant and rapidly growing area of science. Scientific achievements in this area stirred interest among representatives of numerous socio-humanitarian disciplines, creating discussions at the legal, philosophical, political, social, cultural, medical, commercial and other levels. Thus, epigenetics is an outstanding example of a modern trend towards interdisciplinary trials as it is becoming a 'borderline object' of different sciences. In this article, the author analyzes the unfolding discussions regarding assessment of ethical, social and legal effects of epigenetics. Representation of epigenetics in mass media and science has been considered. Particular attention has been given to the reasons for epigenetic antideterminism. The epistemic value of epigenetics offers a different perception of some fundamental concerns such as the nature-upbringing/nurture dichotomy, appropriate social politics, in particular, in the area of health, ethical contradictions when assessing harm and benefit, collective and individual responsibility (especially parental one), and the issue of non-identity. The author notes that in spite of the potential of epigenetics in personalized medicine, the exceptional phenomenon of epigenetics should be treated with caution due to early stages of the research and insufficiency of empirical data. Unreasonable extrapolation of epigenetic regulation to the sociocultural life can result in false reductionist conclusions. Nevertheless, the author is quite optimistic about the perspectives of epigenetic studies.

Key words: bioethics, epigenetics, ELSI, theory of justice, political theory, determinism, responsibility

Financing: the article is prepared with funding from the Russian Science Foundation (project No. 19-18-00422)

✉ **Correspondence should be addressed:** Vladimir A. Vetrov
ul. Novo-Nikolskaya, 65, Krasnogorsk, 143443, Russia; Vetrov21v10@gmail.com

Received: 25.04.2022 **Accepted:** 29.05.2022 **Published online:** 30.06.2022

DOI: 10.24075/medet.2022.050

Академик И. Т. Фролов писал: «Биологическое познание, как, впрочем, и всякое другое, это глубоко социальный процесс взаимодействия субъекта и объекта, в ходе которого на протяжении веков его развития вырабатывались сложные социально-этические принципы исследований» [1].

Проект «Геном Человека», запущенный в 1990 г., давал надежду на новую парадигму персонализированной медицины, использование потенциала информации, зашифрованной в геноме, для предсказания возникновения заболеваний, индивидуальный подход, анализ восприимчивости к тому или иному виду терапии. И хотя не все ожидания от HGP воплотились, исследовательская активность, направленная на

этические, правовые и социальные последствия или же аспекты (ELSI и ELSA соответственно), стала проявлением тенденции к комплексности, трансформации подхода к изучению человека, где философия начинает выполнять интегративную функцию, что заметно на примере такой дисциплины, как биоэтика. Все перечисленное справедливо и для относительно новой отрасли — эпигенетики, которая, несмотря на частое противопоставление «старшей сестре», перенимает многие характерные черты в социогуманитарной экспертизе.

Эпигенетика в широком смысле является изучением наследуемых изменений экспрессии генов, не связанных с изменением последовательности ДНК. Под механизмами эпигенетики чаще всего подразумевают метилирование

ДНК, модификацию гистонов и микроРНК, причем каждый из перечисленных процессов обладает уникальной динамикой и может менять функцию генома под экзогенным влиянием [2]. Стоит отметить, что эпигенетика за последние два десятилетия лет не только не потеряла актуальности, но и сформировала свою особенную область научных исследований, которую можно охарактеризовать как многообещающую и противоречивую одновременно.

Сам термин «эпигенетика» впервые был использован Конрадом Х. Уоддингтоном еще в 1942 г. для обозначения «механизмов, с помощью которых гены вызывают фенотипические признаки» [3]. Естественно, представления об эпигенетике с того времени значительно модифицировались ввиду развития молекулярной биологии, превратившись в многогранное поле различных исследований, среди которых можно выделить изучение связей между внешним воздействием и метилированием ДНК, модификацией гистонов, зависимости появления заболеваний от эпигенетических вариантов, специфическое межпоколенческое наследование эпигенетических механизмов.

Научные достижения в данной области привлекли внимание ученых и стейкхолдеров разных направленностей, образовав дискуссии на нескольких уровнях: медицинском, философском, юридическом, коммерческом. Позиции относительно эпигенетики традиционно разделяются на три вида: оптимистичные, рассматривающие веер возможностей и преимуществ, которые данная дисциплина может предоставить человеку, нейтральные и настороженные, в которых обсуждаются потенциальные риски, связанные с развитием и внедрением эпигенетических технологий и ее обесценивательных способностей в разные сферы жизни.

При этом эпигенетика является одним из ярчайших современных примеров реализующейся тенденции к меж- и трансдисциплинарности, объединяя в исследовании философов, врачей, социологов, юристов, антропологов и т. д. Эпигенетика рассматривается как одна из возможностей объединения изолированных дисциплин, так как объектом ее исследования являются одновременно культурные и биологические контексты. В такой ситуации она становится пограничным, связующим звеном, обещающая инновационные формы сотрудничества методологий разных направлений.

РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ЭПИГЕНЕТИКИ В СМИ И НАУКЕ

Перспективность и некоторый пафос эпигенетики объясняются прорывом в объяснении пластичности экспрессии генов, понимании, как факторы среды наследуемо могут влиять на фенотип, минуя генотип. Эпигенетические исследования подрывают в некотором смысле жесткую редукционистскую структуру «ген-черта» или «генотип-фенотип», опровергая каузальность гена, отсылая нас к такому свойству биологических систем, как эмерджентность — несводимость к свойствам отдельных частей или структурных элементов.

Примечательно, что активное развитие данной области в последние двадцать лет вызвало соответствующий отклик и освещение в СМИ [4]. Репрезентация широкой общественности строится на упомянутом противопоставлении генетике. В публичном дискурсе последняя характеризуется как строго детерминированная, пассивная и не подвергаемая воздействию окружающей среды, эпигенетика же напротив представляется

как пространство для динамики и даже личного совершенствования. Ключевой особенностью, которая формирует такое мнение, являются обратимость эпигенетических изменений и их зависимость от образа жизни и окружающей среды (что, непосредственно, отсылает нас к проблеме определения среды как таковой). Два этих термина трактуются максимально расплывчато и широко, включая в себя «все, что находится вне вас» от экологических факторов, влияющих на индивидуальное тело, до форм поведения, таких как потребление алкоголя, физическая активность, курение, режим питания, психологический стресс, недосып, постоянное пребывание на солнце и т. д. и т. п. [5]. Привлекает общественность расписываемый в СМИ биохакинговый потенциал эпигенетики: согласно им, она освобождает от «генетической судьбы», наследственность более не является довлеющим фактором жизни человека. В упрощенном виде метильные группы представляются как тумблеры включения/выключения экспрессии, гистоны — яркости. Конечно же, репрезентация в СМИ имеет ряд почти классических проблем: чрезмерное упрощение концептов (как генетики, так и эпигенетики), формирование неверных ожиданий и выводов, возникающих из-за вольных интерпретаций исследований. Тем не менее представление достаточно однородно и строится на противостоянии генетическому детерминизму и биологической судьбе, что частично вскрывает спорные элементы и экстраполяции, которые присутствуют и в научной среде.

Мнение исследователей не так однородно, однако ожидания высоки и среди них. Эпигенетика стимулирует разработку эпистемической проблематики. Обуславливается это возможным воздействием научных достижений в данной области сразу на нескольких уровнях, объединяя позитивистский и структурно-социальный подходы в исследовании.

С одной стороны, эпигенетика может рассматриваться как аргумент против геноцентричных детерминистских теорий, с другой же — являться контраргументом к утверждению о примате культуры над природой. Так, она не способна разрешить классическую дихотомию «nature-nurture» в пользу одной из сторон, однако предоставляет возможность для лучшего понимания шаткого или вообще отсутствующего различия природы и воспитания, делая более релевантными концепции «совместного производства», как, например, теория генно-культурной коэволюции.

Эпигенетика действительно стимулирует рассмотрение генома в «постгеномную эру» [6] как биосоциальный конструкт, превращая ген, рассматриваемый ранее как стабильный или неизменный, в более пластичную и гибкую субстанцию.

Особая ценность эпигенетики заключается в совершаемом ею эпистемическом повороте, который заключается в переоценке связей социального и биологического, большем понимании и акцентировании важности первого, объясняя сложное взаимовлияние. Данная дисциплина постулирует, что внешние социокультурные и экологические факторы интернализированы в функционирование организма посредством формирования долгосрочных биохимических изменений.

Эти механизмы могут концептуализироваться как особая «эпигенетическая история» человека, как воплощение его жизненного опыта, окружающей действительности, интегрированные на молекулярном

уровне. Являясь в некоторой степени новой «биологизацией» социокультурной реальности, она имеет потенциал стать глубоко включенной в общественные дискурсы и практики. Знания об эпигенетических процессах представляют новый взгляд на социальное и политическое пространство. Так, эпигенетические маркеры могут быть использованы как доказательство влияния социальной несправедливости в прошлом на настоящую и последующую жизнь человека, а также его потомков. Тем не менее, такую позицию следует принимать с осторожностью, так как редуцирование сложных социальных процессов до биохимических процессов может иметь ряд негативных последствий, среди которых, прежде всего, подкрепление детерминистического мышления посредством доказательства средствами эпигенетики связи между эпигенетическими профилями и генотипами, их наследование и, следовательно, влияние на развитие будущих поколений.

ЭПИГЕНЕТИКА КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ПРЕВЕНТИВНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Эпигенетика также способствует лучшему пониманию истоков болезней и факторов здоровья, что позволяет использовать ее как дополнительный аргумент в пользу дальнейшего развития превентивных социальных политик, в том числе в области здравоохранения. Некоторые исследователи считают, что, проливая свет на тесное переплетение человеческого тела и его окружения, эпигенетика дает возможность расширить сферу охвата биоэтики до проблем окружающей среды, общественного здравоохранения и социальных условий [7].

Помимо этого, эпигенетика демонстрирует, как ранний жизненный опыт влияет на экспрессию генов в более позднем возрасте, постепенно предоставляя понимание о необходимых условиях улучшения здоровья детей в будущем. С коммерческой же точки зрения эпигенетика предоставляет дополнительные доказательства важности социальных работников, что может повысить престиж и финансирование профессий в данной области. Тщательное рассмотрение социальных детерминант здоровья может значительно улучшить превентивную медицину, позволив предотвращать широкий спектр заболеваний, включая психическое здоровье. А потенциальная наследуемость эпигенетического регулирования еще больше повышает релевантность эпигенетики, ведь если вред от социальных невзгод и токсического воздействия влияет на будущие поколения, то реализация профилактических общественных стратегий становится неотложно приоритетной.

Новая биологизация социального пространства, осуществляемая эпигенетикой, может послужить модификации представлений о работе социума и политических движений [8]. Как уже отмечалось, эпигенетика используется как доказательство влияния социальной несправедливости и плохой экологической ситуации на биологическое неравенство между людьми и даже поколениями. Это неизбежно приводит к обсуждению значения данной дисциплины для теорий справедливости. Так, некоторые исследователи подвергают сомнению противопоставление традиционных подходов Дж. Ролза, сосредоточенных исключительно на социально обусловленных различиях в жизненных возможностях, и эгалитарных теорий, которые включают врожденное или унаследованное биологическое неравенство, несправедливо сокращающие и ухудшающие жизненные возможности по факту рождения. Эпигенетика,

освещая механизмы, посредством которых социальная несправедливость воплощается, а также переносится на детей, опровергает «социальную лотерею», что стирает грань между двумя упомянутыми концепциями, проводя их синтез. В таком подходе возрастает роль государств в предотвращении эпигенетических факторов.

С одной стороны, это может стать дополнительным аргументом в пользу концепта социальной справедливости, доказывая дискриминацию бедствующих людей, более того, демонстрирование некоторыми исследованиями влияния раннего жизненного опыта на экспрессию генов в более позднем возрасте может стимулировать разработку и лоббирование продвинутых политических превентивных политик ради устранения биологического неравенства, которое, во-первых, сокращает жизненные возможности сразу после рождения, во-вторых, может передаваться через поколения.

С другой стороны, рассматривание сложных социальных проблем с биологизаторской точки зрения может привести к нежелательным последствиям. Могут возникнуть проблемы при попытке определить «идеальные» эпигеномы из-за высокой контекстности дискурса. В этом эпигенетика следует за «старшей сестрой» — генетикой, и вслед за сложностью определения идеальных или «нормальных» геномов приходит такой же вопрос об оценке эталонных эпигеномов, так как далеко не всегда на данном этапе возможно провести различие между эпигенетическими вариантами, которые ведут к более высокому риску ряда заболеваний, и вариантами, являющимися благоприятной биологической адаптацией к специфическим контекстам развития [9]. Непостоянность и обратимость эпигенетических изменений в разных клетках в разные периоды времени делают какой-либо анализ крайне проблематичным.

Так, условия окружающей среды могут быть благоприятными для населения в целом, но пагубными для какой-то конкретной группы, что ставит вопрос о границах возможного политического вмешательства и эпигенетического контроля. Также, если эпигенетическое программирование улучшает индивидуальную адаптацию к собственному контексту, то универсальные политики могут нанести непреднамеренный вред. Получается, что несправедливость определяется членством в группе, а не самими эпигенетическими признаками, тем более, недостатками они становятся в определенных условиях.

Помимо этого, предлагаемая некоторыми исследователями модель расовых различий в состоянии здоровья (например, распространенность преждевременных родов и сердечно-сосудистых заболеваний среди афроамериканцев) формирует отдельное этически проблемное поле относительно биологических сравнений между любыми социальными группами. Эпигенетические исследования могут дать новое представление о долгосрочных последствиях дискриминационных взглядов, дискурсов, практик и социальных структур для здоровья и благополучия отдельных групп населения, однако существует риск появления редуccionистских и фаталистических взглядов на экспрессию генов, что, в свою очередь, может привести к мнению об «избыточном» или критическом эпигенетическом повреждении ряда людей, что делает с такой точки зрения превентивные социальные политики относительно них безрезультативными. Данные представления способны увеличить дискриминацию среди групп населения, приводя к еще большей маргинализации

и стигматизации отдельных категорий населения. Исходя из этого, у эпигенетики есть возможность стать новой основой для воспроизведения и консолидации различий в обществе и закрепления биологической неполноценности бедных или неблагополучных слоев общества.

Несмотря на все вышеперечисленное, стоит отметить, что неверные обобщения, присутствующие в репрезентации эпигенетики, особенно в рамках социогуманитарных дисциплин, приводят к преувеличению объяснительной способности эпигенетических механизмов. Специфическая «риторика будущего», прослеживающаяся через весь технократический дискурс, и опора на предсказание и контроль как главные эпистемические ценности делают концептуализацию эпигенома инструментальной, придавая эпигенетическим факторам уникальную дискретность, которая также способна вводить в заблуждение. Исследователям следует быть осторожными с подобной «мифологизацией» эпигенетики.

ЭПИГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Отдельной проблемой является эпигенетическая ответственность, которая находит себя в противопоставлении коллективной и индивидуальной моральной ответственности за эпигенетическое здоровье [10]. Возникают дискуссии о том, как и в каких ситуациях люди могут оценивать собственные эпигенетические риски и риски своего ребенка. Более того, ребром ставится вопрос об оценке эпигенетического вреда, нанесенного в результате добровольных и осознанных действий (что является отдельной проблемой).

Отдельно выделяется метаэтическая проблема «неидентичности», которая поднимает вопрос о моральной предпочтительности того или иного действия, направленного на будущие поколения. Она затрагивает эпигенетические предпосылки рождения и его уникальную среду. Эпигенетические исследования, как и генетические [11], показывают особую темпоральность зачатия и рождения, неповторимую ситуацию, в которой появляется конкретный индивид. Эпигенетическая ответственность родителей консеквенциально приводит к моральному обязательству всех родителей производить максимально хорошее потомство, руководствуясь принципом репродуктивного благодеяния и частичного отрицания репродуктивной свободы, стигматизируя и обесценивая жизнь больных людей. Так не всякая жизнь оказывается достойной проживания, а лишь обладающая определенной степенью благополучия. Это приводит нас к сложности оценки пользы и вреда существования.

Характеристика эпигенетики, как антидетерминистской или недетерминистской, может оказываться поспешной или неверной, так как строится на упрощении и эпигенетики, и генетики, которой она противопоставляется. Противоречивость заключается в детерминированности самого языка исследований данной дисциплины. Помимо этого, в ряде случаев можно говорить об эпигенетическом детерминизме, например, перинатальное или детское воздействие можно назвать таким же predetermined, как и отдельные гены. Эпигенетический детерминизм, в свою очередь, может привести к дискуссиям о конфиденциальности информации о эпигеноме, подобно спорам о доступе к генетической информации. Некоторые эпигенетические данные могут производить даже большие опасения, так как они предоставляют информацию не только о рисках заболеваний/текущих болезнях, но и о

предыдущем образе жизни. Так, профили экспрессии микроРНК в крови могут быть сопоставлены с конкретным индивидом с вероятностью 90% [12]. Это может привести к последствиям, которые будут препятствовать исследованиям и медицинской практике.

Примечательна и разработка использования эпигенетики в юриспруденции. Возможно, она позволит проследить вред, нанесенный воздействием химических веществ. Тут присутствуют две проблемы: во-первых, сложно количественно оценить степень эпигенетического вреда, во-вторых, время латентного периода до появления симптомов воздействия может быть больше сроков давности. Но все же разработка, например, долгосрочных неврологических и психологических последствий эпигенетического вреда может привести к переосмыслению уголовной ответственности.

Конечно, эпигенетика влияет и на репродуктивную сферу. Так, расширяется область «материнского воздействия», анализу подвергается не только репродуктивный период, но и жизнь матерей до деторождения, что трактуется некоторыми с опаской, так как рассмотрение материнского тела как «эпигенетического вектора» может привести к усилению контроля над женщинами. Рассмотрению подвергаются и ВРТ (вспомогательные репродуктивные технологии), наравне с суррогатным материнством, которые влияют на эпигенетическое программирование и, соответственно, здоровье будущих детей, в результате чего поднимается этический вопрос о противоречии между снижением риска врожденных заболеваний и отклонений и репродуктивной автономией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эпигенетическое тестирование в будущем может открыть новые возможности для персонализированной медицины, позволяя использовать эпигенетические маркеры для более эффективного раннего выявления, диагностирования и прогнозирования заболеваний, включая рак, сердечно-сосудистые, респираторные и нейродегенеративные, а также для индивидуального подбора наиболее эффективных лекарств, действующих на эпигенетические механизмы (фармакоэпигенетика) [13].

Тем не менее, значение эпигенетики для общественного благополучия и здоровья не стоит переоценивать, так как эта дисциплина до сих пор находится в зачаточном состоянии. В настоящее время отсутствуют безоговорочные доказательства эпигенетического наследования у людей, более того следует разрешить крайне важный метаэтический вопрос относительно прескриптивной и нормативной ценности эмпирических данных эпигенетики.

Исходя из всего вышеперечисленного, можно выделить ряд основных проблем эпигенетических исследований для социогуманитарных дисциплин [14].

1. Дихотомия природа-воспитание.
2. Биологизация социального пространства.
3. Общественное здравоохранение и превентивные стратегии.
4. Репродуктивная политика и родительская ответственность.
5. Политическая теория (в частности теории справедливости).
6. Стигматизация и неоевгеника.
7. Защита конфиденциальности.
8. Юридическое сопровождение.

Хоть и постулируемая некоторыми исследователями исключительность феномена эпигенетики не оправдывает

себя, так как дискурс эпигенетики скорее является важным расширением идей, уже распространенных в генетике, данная область исследований является одним из характерных примеров нарастающей тенденции к новому синтезу междисциплинарного исследования человека и преодоления редукции в процессе осмысления, важную роль в котором выполняет философия, в частности биоэтика [15].

Автор также выражает искреннюю надежду на дальнейшую разработку данных проблемных полей, особенно российскими исследователями ввиду малой освещенности социогуманитарных проблем эпигенетики в отечественной литературе. Разработка потенциальных последствий эпигенетических исследований могут дополнить и развить идеи в этических, социальных и правовых теориях.

Литература

1. Фролов И. Т. Жизнь и познание. Philosophers on Their Own Work. 1984: 37 с.
2. Jirtle RL, Skinner MK. Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nat Rev Genet.* 2007; 8 (4): 253–262.
3. Waddington CH. The epigenotype. *Endeavor.* 1942; 1 (1): 18–20.
4. Dubois M, Louvel S, Le Goff A, Guaspere C, Allard P. Epigenetics in the public sphere: interdisciplinary perspectives. *Environmental Epigenetics.* 2018; 5(4). Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6812041/>
5. Alegria-Torres JA, Baccarelli A, Bollati V. Epigenetics and lifestyle. *Epigenomics.* 2011; 3 (3): 267–277.
6. Meloni M. Epigenetics for the social sciences: Justice, embodiment, and inheritance in the postgenomic age. *New Genetics and Society.* 2015; 34 (2): 125–151.
7. Dupras C, Ravitsky V, Williams-Jones B. Epigenetics and the environment in bioethics. *Bioethics.* 2014; 28 (7): 327–334.
8. Huang JY, King NB. Epigenetics Changes Nothing: What a New Scientific Field Does and Does Not Mean for Ethics and Social Justice. *Public Health Ethics.* 2017; 11 (1): 69–81.
9. Stapleton G, Schröder-Bäck P, Townend D. Equity in public health: An epigenetic perspective. *Public Health Genomics.* 2012; 16 (4): 135–144.
10. Chiapperino L, Testa G. The epigenomic self in personalized medicine: Between responsibility and empowerment. *The Sociological Review.* 2016; 64 (1): 203–220.
11. Попова О. В., Попов В. В. Биосоциальность, генетизация, биоидентичность: Социально-философский взгляд // Горизонты гуманитарного знания. 2020. № 4. Доступно на: <https://journals.mosgu.ru/ggz/article/view/1306>
12. Backes M, Berrang P, Hecksteden A, et al. Privacy in epigenetics: Temporal linkability of MicroRNA expression profiles. Available on: https://www.usenix.org/conference/usenixsecurity16/technical-sessions/presentation/backes_epigenetics
13. McNally B, Linder M, Valdes R. Epigenetic primer for diagnostic applications: a window into personalized medicine. *Personalized Medicine.* 2014; 11 (3): 323–337.
14. Dupras C, Saulnier KM, Joly Y. Epigenetics, ethics, law and society: A multidisciplinary review of descriptive, instrumental, dialectical and reflexive analyses. *Soc Stud Sci.* 2019; 49 (5): 785–810.
15. Белкина Г. Л., Корсаков С. Н. Возможности и границы общенаучных и философско-антропологических подходов в изучении человека. *Биоэтика и гуманитарная экспертиза.* 2011; 5: 67–86.

References

1. Frolov IT. Zhizn' i posnanie. Philosophers on Their Own Work. 1984: 37 s. Russian.
2. Jirtle RL, Skinner MK. Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nat Rev Genet.* 2007; 8 (4): 253–262.
3. Waddington CH. The epigenotype. *Endeavor.* 1942; 1 (1): 18–20.
4. Dubois M, Louvel S, Le Goff A, Guaspere C, Allard P. Epigenetics in the public sphere: interdisciplinary perspectives. *Environmental Epigenetics.* 2018; 5 (4). Available on: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6812041/>
5. Alegria-Torres JA, Baccarelli A, Bollati V. Epigenetics and lifestyle. *Epigenomics.* 2011; 3 (3): 267–277.
6. Meloni M. Epigenetics for the social sciences: Justice, embodiment, and inheritance in the postgenomic age. *New Genetics and Society.* 2015; 34 (2): 125–151.
7. Dupras C, Ravitsky V, Williams-Jones B. Epigenetics and the environment in bioethics. *Bioethics.* 2014; 28 (7): 327–334.
8. Huang JY, King NB. Epigenetics Changes Nothing: What a New Scientific Field Does and Does Not Mean for Ethics and Social Justice. *Public Health Ethics.* 2017; 11 (1): 69–81.
9. Stapleton G, Schröder-Bäck P, Townend D. Equity in public health: An epigenetic perspective. *Public Health Genomics.* 2012; 16 (4): 135–144.
10. Chiapperino L, Testa G. The epigenomic self in personalized medicine: Between responsibility and empowerment. *The Sociological Review.* 2016; 64 (1): 203–220.
11. Popova OV, Popov VV. Biosocialnost', genetisatsiya, bioidentichnost': Socialno-filosofskiy vsglyad. *Gorysonti gumanitarnogo znaniya.* 2020. № 4. Available on: <https://journals.mosgu.ru/ggz/article/view/1306>. Russian.
12. Backes M, Berrang P, Hecksteden A, et al. Privacy in epigenetics: Temporal linkability of MicroRNA expression profiles. Available on: https://www.usenix.org/conference/usenixsecurity16/technical-sessions/presentation/backes_epigenetics
13. McNally B, Linder M, Valdes R. Epigenetic primer for diagnostic applications: a window into personalized medicine. *Personalized Medicine.* 2014; 11(3): 323–337
14. Dupras C, Saulnier KM, Joly Y. Epigenetics, ethics, law and society: A multidisciplinary review of descriptive, instrumental, dialectical and reflexive analyses. *Soc Stud Sci.* 2019; 49 (5): 785–810.
15. Belkina GL, Korsakov SN. Vosmozhnost'i i granitsi obschenauchnogo i filosofsko-antropologicheskix podkhodov v izuchenii cheloveka. *Bioethika i gumanitarnaya ekspertisa.* 2011; 5: 67–86. Russian.