

Ветров В.А.*

**РЕДУКЦИОНИЗМ В ВОСПРИЯТИИ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Vetrov V.A.

**REDUCTIONISM IN THE PERCEPTION
OF GENETIC RESEARCH**

Аннотация: Генетический редукционизм стал одним из доминирующих течений во второй половине XX в. в результате перехода престижа от физических наук к биологическим дисциплинам, а также популяризации эволюционных метафор в философии науки. Несмотря на это, объяснительная способность редукционизма весьма ограничена и не следует эволюционной же парадигме. В современных исследованиях этот подход практически повсеместно критикуется, однако так или иначе он находит свое представление в области социальных политик, средств массовой информации и даже в ряде научных трудов.

В данной статье проводится попытка выяснить, почему противостояние генетическому редукционизму подобно «борьбе с нежитью» не прекращается и почему в разных областях редукционистские воззрения остаются популярными. Рассматриваются также вопросы: почему генетический редукционизм сегодня неактуален; чем обусловлена популярность данной позиции: как ре-

* *Ветров Владимир Андреевич* – редактор, Институт научной информации по общественным наукам РАН, Москва, Россия (vetrov21 v10@gmail.com).

Vetrov Vladimir A. – editor, Institute of Scientific Information on Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia (vetrov21 v10@gmail.com).

дукционизм влияет на генетические исследования, их восприятие; как он вредит непосредственно в генетике и в социогуманитарном осмыслении.

Ключевые слова: генетика; биоэтика; редукционизм; детерминизм; методология; философия биологии; общественное здравоохранение.

Abstract. Genetic reductionism was one of the dominant currents in the second half of the 20th century as a result of the biological disciplines taking over the prestige of the physical sciences, as well as the popularization of evolutionary metaphors in the philosophy of science. Despite this, the explanatory power of reductionism happened to be limited, not following the same evolutionary paradigm. In modern research, this approach is almost ubiquitously criticized, however, genetic reductionism, one way or another, finds its representation in the field of social policies, the media, and even a number of scientific works.

This article attempts to find out why the opposition to genetic reductionism, like the «fight against the undead», doesn't stop, and how reductionist views remain popular in various fields. In addition, it's considered why genetic reductionism is not relevant today, what determines the popularity of this position, how reductionism affects genetic research, its perception, and how it harms in genetics and in socio-humanitarian understanding.

Keywords: genetics; bioethics; reductionism; determinism; methodology; philosophy of biology; public health.

Введение

Одна из тем, которая находится на стыке философии биологии и биоэтики, – вопрос о редукционизме и его наиболее критикуемой форме – генетическом детерминизме. В какой степени поведение и характер диктуются генами? Многие биологи отстаивали редукционистскую позицию, утверждая, что гены являются первичными детерминантами ключевых признаков.

Сегодня же генетический редукционизм повсеместно подвергается критике. Идеи, что гены формируют и тело, и поведенческие особенности, далеко не так распространены, как это было

несколько десятилетий назад. Генетика изначально была провозглашена рядом исследователей «революцией» в здравоохранении [Abbott, 2003, p. 760 ; Collins, McCusick, 2001, p. 544], обещающей резкие парадигмальные «сдвиги» в медицине. Однако на практике наблюдается скорее эволюционный характер изменений, при котором достижения генетики интегрируются в медицину и общественное здравоохранение постепенно, сопровождаясь необходимыми социальными и этическими дебатами. Геноцентризм в биологии уже давно считается сомнительным и опровергается исследованиями молекулярной биологии и эпигенетики. Тем не менее знаменитое сравнение психолога Сьюзен Оямы противостояния генетическому детерминизму с «борьбой с нежитью» [Oyama, 2000], во-первых, стало уже классическим при анализе данного феномена, во-вторых, все еще не теряет своей актуальности, так как если исследовательскую среду можно назвать «очищенной» от данного явления, то в публичном дискурсе ежедневно можно встретить статьи, репортажи об открытии очередного «гена алкоголизма», «гена воина», «гена консерватора» и т.д.

Критика генетического редукционизма разворачивалась практически на протяжении всего XX в. С самого начала биологи, физиологи, эмбриологи, социологи, антропологи, философы разных стран были враждебны по отношению к этой позиции. Почему же их позиция так долго игнорировалась, чем обусловлена живучесть генетического редукционизма? Ответ на этот вопрос требует рассмотрения данного феномена на нескольких уровнях, в разных контекстах: научных, социальных, этических.

Каузальный статус гена

Методологические редукционисты считают, что функционирование биологической системы может быть объяснено через поведение ее отдельных структурных элементов и взаимодействие между ними. Они утверждают, что деятельность целого может выводиться, рассчитываться, предсказываться из свойств отдельных частей.

Способность генетического редукционизма к объяснению оказывается ограниченной, так как гены являются компонентом сложных сетей и путей, а отслеживание модификаций в результате

изменения одной из ссылок в системе оказывается крайне затруднительным. Подрывают и жесткую структуру «ген-черта» или «генотип-фенотип» явления избыточности генов и плейотропия¹. Все это опровергает жесткую каузальность гена, особенно с таким свойством биологических систем, как эмерджентность – несводимость к свойствам отдельных частей или структурных элементов.

Утверждения, основанные на генетических редукционистских идеях, также игнорируют многочисленные и все более увеличивающиеся доказательства того, что гены являются результатом эволюционных процессов, а не их основой. Существует обширная и убедительная литература, показывающая что генетическая экспрессия – это относительно пластичный результат взаимонаправленных отношений между генами и множественными уровнями контекста, в которые они встроены: клеточные и внеклеточные физиологические процессы, психологическое функционирование, а также физические, социальные и культурные особенности меняющейся среды [Evolution ..., 2010 ; Cole, 2014, p. 1 ; Slavich, Cole, 2013].

Анализ связи человеческого поведения с точки зрения генетического редукционизма и точки зрения генетического детерминизма лишен какой-либо правдоподобности, так как, исходя из вышеперечисленного, гены никогда не действуют изолированно, и любая черта является результатом действия множества генов [Van Regenmortel, 2004, p. 1016, 1017]. Эпигенетический дискурс подкрепляет это утверждение через описание полустабильных (недетерминированных) биологических свойств, которые контролируют экспрессию генов без изменения лежащих в основе ДНК. Метилирование ДНК, модификация гистонов и микроРНК – эпигенетические механизмы, которые рассматриваются чаще всего. Примечательно, что каждый из них обладает своей уникальной динамикой и может менять функции генома под экзогенным влиянием [Jirtle, Skinner, 2007, p. 256]. Живые существа оказываются устойчивыми к генетическим манипуляциям, так как клетки и организмы часто компенсируют добавление или удаление некоторой генетической

¹ Под избыточностью понимается наличие в организме нескольких генов, которые выполняют одну и ту же функцию; плейотропия – способность гена влиять на несколько фенотипических признаков. – *Прим. авт.*

информации посредством активации альтернативных путей для появления оригинального эффекта модифицированного гена [Keller, 2000]. Организмы с идентичными геномами, вне зависимости от того, генетически модифицированы они или нет, будут развиваться в разных условиях по-разному. Таким образом, можно сделать вывод, что механицистский картезианский подход и редукционистские утверждения о функции генов не соответствуют действительности.

Редукционизм, как следствие, отчасти приводит к излишнему скептицизму относительно потенциала генетических исследований. Причиной этому являются чрезмерно оптимистичные заявления некоторых ученых о потенциальном влиянии новых генетических знаний на понимание и способность вмешиваться в процесс болезни. Так называемый «генохайп» не рассеивает (если не усугубляет) скептицизм сообщества в области здравоохранения. Тем не менее эффективное представление хорошо изученных научных данных и выражение реалистичных взглядов должны способствовать более удобному эволюционному, а не революционному подходу к профилактике и лечению сложных заболеваний с междисциплинарной точки зрения, и, соответственно, положительно сказаться на восприятии генетических исследований [Genetics and public health ..., 2004, p. 894].

Репрезентация и влияние в социогуманитарном дискурсе

Несмотря на некоторую определенность в естественно-научном дискурсе, ситуация с репрезентацией на порядок сложнее. В дискуссиях, посвященных генетическим технологиям, особенно в рамках социогуманитарных дисциплин, предсказательная способность представляется большей, чем она есть на самом деле. Часто исследования в биоэтике таким образом могут ненамеренно продвигать генетический редукционизм, поэтому специалистам в данной сфере следует быть осторожными, так как такие исследования воспроизводят представления о привилегированном каузальном статусе гена [Melo-Martín, de, 2005, p. 526].

Например, в обсуждениях о допустимости улучшений человека посредством генетической инженерии ошибочно утверждается, что вмешательства в человеческий геном достаточно для каче-

ственного изменения когнитивных способностей, устойчивости к болезням, красоты, здоровья и т.д. Такая позиция проблематична по нескольким причинам. Во-первых, отсутствуют эмпирические доказательства исключительного влияния генов на черты человека и его поведенческие особенности. Во-вторых, генетический детерминизм может приводить к тому, что публичные политики будут отдавать приоритет генетическим технологиям, а не социальным реформам. В-третьих, такие утверждения приводят к восприятию людьми их генома как неотвратимой судьбы и, как следствие, реализации евгенических воззрений в социуме.

Так, Ричард М. Лернер весьма возмущенно смотрит на перспективу существования или, точнее сказать, «переоткрытия» подобных политических практик [Lerner, 2015]. Он предлагает представить ситуацию, в которой мы являемся судьями по делу 15-летней девочки, осужденной за то, что, как и ее мать и бабушка, бросила среднюю школу. Заявив, что «достаточно трех поколений, бросивших школу», мы приговариваем девушку не к тюрьме, а к стерилизации. Для этой семьи мы намерены положить конец воспроизведению граждан из семьи, члены которой из поколения в поколение не могут окончить среднюю школу. Исследователь апеллирует к абсурдности и даже анекдотичности подобного решения, а затем обращается к реально существующему репрезентативному примеру реализации подобной логики на кейсе Кэрри Бак.

В 1927 г. судья Верховного суда Оливер Уэнделл Холмс вынес решение, поддерживающее закон штата Виргиния, который разрешал стерилизацию «умственно отсталых» без их согласия. Он признал, что молодую женщину, Кэрри Бак, следует стерилизовать, потому что она неспособна к здоровому размножению. Забеременевшая в результате изнасилования, она якобы имела психический дефект, который заключался в том, что она собиралась родить ребенка вне брака. Судья Холмс писал так: «Мы не раз видели, что общественное благо стремится к существованию и жизни лучших граждан. Было бы странно, если оно не может воззвать к ответственности тех, кто уже истощает силу штата, во имя меньших жертв, дабы предупредить попадание всех нас в болото некомпетентности. Для всего мира будет лучше, если, вместо того чтобы ждать казни дегенеративных отпрысков за преступления или оставлять их голодать за их слабоумие, общество сможет по-

мешать тем, кто явно непригоден для продолжения своего рода... Достаточно трех поколений имбецилов» [Zag, 2017].

Хотя беременность Кэрри Бак не была прервана и в конце концов она родила ребенка, ей не позволили передать свои гены дальше, чтобы ее умственная неполноценность не могла нанести вред обществу, и стерилизовали. Но случай Кэрри Бак, к сожалению, не был единственным. Закон Виргинии о принудительной стерилизации и аналогичные законы в более чем 30 штатах действовали до 1974 г. За этот период в США более 65 тыс. человек были подвергнуты принудительной стерилизации ради «защиты» общества от распространения их дефектных генов. Более того, с 2006 по 2010 г. врачи, работавшие по контракту с Департаментом исправительных учреждений и реабилитации Калифорнии, насильно стерилизовали около 150 женщин-заключенных. Это было сделано в отношении тех, кто, по их мнению, в будущем вернется в тюрьму [Johnson, 2013]. Только в сентябре 2014 г. губернатор Калифорнии Джерри Браун подписал закон, запрещающий принудительную стерилизацию в тюрьмах.

Конечно, отмена таких антигуманистических законов произошла слишком поздно для Кэрри Бак или ее дочери Вивин, которую она родила до того, как стерилизация лишила ее способности к размножению. Несмотря на гены «слабоумия и аморальности», которые Вивин якобы унаследовала от своей матери, она очень хорошо училась в школе. В апреле 1931 г. она даже была занесена в список почета своей школы. Но в 1932 г. она умерла от осложнений кори. Действительно абсурдно, что интеллектуальные достижения дочери Кэрри сводились к социально безответственной риторике о том, что гены, унаследованные некоторыми детьми, исключают их потенциал для позитивного развития или делают их неспособными к благополучной и активной жизни благодаря участию в прогрессивных социальных программах.

Таким образом, ошибочные интерпретации идеи генетического редукционизма в лучшем случае могут породить социальное неблагополучие, а в худшем – расовые, этнические, классовые, гендерные и прочие разногласия и социальные беспорядки.

«Риторика будущего» в генетических исследованиях

Повсеместное использование редукционизма обусловлено специфической «риторикой будущего». Она проходит через весь дискурс генетики [Esposito, 2017, p. 2] и включает в себя ожидания, надежды, видения технократического будущего, в частности победу над болезнями, старением и смертью с помощью средств генетического редактирования. В генетике эта риторика остается стабильной, несмотря на значительные изменения в определениях, технологиях, политике, научных традициях и т.д.

Предсказание и контроль являются главными эпистемическими ценностями в таком дискурсе. Это объединяет и первых генетиков, и неodarвинистов, и молекулярных биологов, и энтузиастов проекта «Геном человека». Несмотря на различные позиции, идея, что некоторые факторы, молекулы, механизмы, информационные единицы определяют различные черты и лежат в основе проявления фенотипических признаков, является общей. Гены концептуализируются как дискретные сущности, которые можно точно охарактеризовать, добавить или убрать, изменить, включить или выключить (отдельно рассматривается эпигенетический детерминизм, влияние среды на экспрессию генов), переместить и т.д. Это делает редукционизм удобным инструментом для риторики ожиданий в силу своей простоты, однако поддерживает детерминистские убеждения и вводит в заблуждение. Подкрепляется это и использованием крайне детерминистского понятия «генетический код», подразумевающего линейную причинность и имплицитное сравнение с программным обеспечением. Данный конструкт поддерживает стремление к «расшифровке» генома, метафорически подтверждает способность генов «перепрограммировать» жизнь человека и не только.

В своей книге «Молекулярное видение жизни» Лили Э. Кей [Кау, 1993] говорит о соблазнительности позиции, когда высшие уровни организации могут управляться через средства и изучение низших. Такое редуцирование является оптимальным для технократических представлений о геной инженерии и ожидаемого будущего, где биотехнологические вмешательства являются нормой.

Включенность в практические контексты медицины, агрокультуры, скотоводства, юриспруденции и биополитики обуславливает некоторую фетишизацию гена, поддерживает детерминистские представления. Великие биотехнологические пророчества не могут существовать без простых и редукционистских моделей, так как эффективные перемены невозможны без форм контроля.

Такой инструментальный и прагматический подход рассматривает гены как природные компоненты, поддающиеся количественной оценке и отделяемые от контекстов естественной среды и общества. Редукционное восприятие концептуально поддерживает обращение с генетическими конструктами как предметами торговли, что в определенном смысле помогает исследованиям, поскольку статус направленности в будущее позволяет получать финансирование на исследования в большем объеме и актуализирует дальнейшие разработки для широкой общественности [Mcafee, 2003]. Риторика будущего адресована частным инвесторам и потребителям. Иногда она повышает актуальность и перспективность исследований, но в долгосрочной перспективе это может иметь отрицательный эффект, поскольку снижает релевантность проектов по генетике.

Производные «-измы» редукционистских взглядов

Генетический редукционизм приводит к некоторой мистификации своего дискурса. При масштабном анализе статей о ДНК в прессе социологи науки Дороти Нелкин и Сьюзан Линди пришли к весьма примечательному выводу. Риторика детерминистского гена во многом напоминает средневековую риторику о душе [Nelkin, Lindee, 1995]. Гены и ДНК становятся в данных представлениях эссенциальными сущностями бытия, определяющими поведение людей, ДНК же обещает человеку жизнь после смерти.

Стоит отметить, что воспроизведением таких взглядов на протяжении XX в. занимались и сами генетики (Холдейн, Хаксли, Маккьюсик, Уотсон, Гилберт, Кошланд и др.). Часто в своих выступлениях они использовали магические или религиозные метафоры. Знаменита цитата Джеймса Уотсона, открывшего структуру ДНК в 1953 г., директора проекта «Геном человека»: «Мы привыкли думать, что наше будущее – среди звезд. Теперь мы знаем,

что оно в наших генах» [Jaroff, 2001]. Или же перформанс пионера геномики Уолтера Гилберта: представляя концепт геномной информации, он взял диск и произнес: «Это ты».

Одна из проблем заключается в том, что воспроизводимые редукционистские взгляды могут стимулировать негативное отношение к генетическим исследованиям, порождать излишнюю тревогу относительно последствий применения технологий этой области. Так, существует опасение, что в результате использования генетической информации на популяционном уровне может возникнуть неоевгеническая форма социума (часто приводимым примером является фильм «Гаттака»). Селекционное разведение на основе своей генеалогии, внешности и здоровья не новое явление [Richardson, 2003], но воспринимаемая сила генетической информации стимулирует дополнительные опасения. Демаркация между сторонниками евгеники прошлого и теми, кто занимается генетикой человека сегодня, может восприниматься некоторыми как риторическая уловка, однако в данной проблеме нужно учитывать обстоятельства, в которых люди делают выбор в сфере здравоохранения. Генетический скрининг, особенно пренатальный, обычно позиционируется как добровольный и основанный на осознанном выборе. Однако индивидуальный выбор может быть ограничен доступностью услуг, неполной информацией, подвержен влиянию конкретного профессионального отношения, что равносильно евгенической политике. Избежать такой ситуации помогают регулирующие органы, которые отслеживают и повышают осведомленность о потенциальном использовании и злоупотреблении генетической информацией. Примером таких институтов являются этические комитеты, движения инвалидов, влиятельные СМИ и т.д. Конечно, основная цель использования генетической информации в общественном здравоохранении сегодня не в усилении, изменении или удалении отдельных генов, а в том, чтобы способствовать их оптимальной экспрессии. Тем не менее нельзя исключать возможность новой эры евгеники, равно как и изменения социальных ценностей и экономического влияния на возможность такой ситуации. Поэтому пристальное внимание к потенциально евгенической деятельности оправдано, и научное сообщество – один из основных агентов, способных привлечь общественность к информированным дебатам по этому вопросу.

По описанной тенденции взаимосвязанные понятия – генетический редукционизм, эссенциализм и детерминизм – порождают целую плеяду генетических «-измов», которые появляются в результате значительного психосоциального воздействия генетической информации [Sabatello, Juengst, 2019, p. 3]. И важно то, что все они являются производными от уже существующих редукционистских и эссенциалистских взглядов на расу, пол, этничность и т.д. Часть из них перекликается с медицинским миром: генетический фатализм, предполагающий, что здоровье зависит от генетической структуры, и возможности снижения рисков сильно ограничены; генетический мелиоризм, утверждающий, что задача генетики – усовершенствование человеческого вида через победу над болезнями, старением и смертью; генетический империализм, под которым понимается редукционная переориентация наук о здоровье вокруг генетической информации – «все болезни являются генетическими». Социополитические «-измы» – генетический расизм, генетический сексизм, генетический эйблизм.

Существование такого обилия негативных феноменов может приводить к мысли об избыточности генетико-этического дискурса, излишнем внимании к программам ELSI. Однако они напоминают о потенциальном вреде редукционистских, детерминистских, эссенциалистских убеждений о геноме, которые могут привести к межэтническому насилию, расовым предубеждениям, неравенству в здоровье и т.д. – генетической стигматизации.

Заключение

Подытоживая, можно предположить, что генетический редукционизм в своих обширных проявлениях отчасти является результатом чрезмерно амбициозных ожиданий от биомедицинских дисциплин, которые переняли социальный престиж физических наук. Дискуссии о генетическом редукционизме и его производных так или иначе показывают, что исследования и разработки в области генетики не должны приуменьшать важность социальных и экологических детерминант здоровья, делая актуальными исследования в области биоэтики и социальной политики.

Модели функционирования генов, которые отражают концепции развития отношений человека и его контекста, в совокуп-

ности с исследованиями эпигенетики, эволюционной биологии, социальной геномики сами формируют в процессе дискуссий конвергентные отношения. Эти отношения показывают, что относительная пластичность (потенциальная для систематических изменений в отношениях между людьми и их окружением) существует на протяжении всей жизни человека, что опровергает стабильность редукционистских взглядов [Meaney, 2010, p. 68].

Наличие такой пластичности означает, что познание, эмоции, мотивация, личность или поведение не фиксированы; в течение онтогенеза возможно развитие. Прогресс современных исследований в генетике дает перспективу лучшего понимания взаимодействия человека и его контекста на протяжении жизни и, соответственно, применения этих знаний на практике. В частности, конвергенция общественного здравоохранения и генетики способствует более глубокому пониманию этиологии, профилактики и лечения сложных заболеваний, таких как диабет, деменция, болезни сердца, онкологические заболевания и т.д.

Эволюция генетики общественного здравоохранения уже началась, о чем свидетельствует рост публикаций как ученых, так и представителей общественного здравоохранения, а также производство социальными институтами документов для консультаций с общественностью. Многие авторы исследуют вопросы, связанные с методологическими и практическими медицинскими приложениями генетических исследований (не говоря уже об ELSI-исследованиях). Становится возможным описать континуум от «генетических заболеваний» к «генетической информации» [Khoury, 2003], в настоящее время исследования в данной области только развиваются. Широко используется информация о семейном анамнезе для разделения людей на группы риска распространенных заболеваний с целью реализации профилактических стратегий. Люди, определенные в группу высокого риска, уже получают практическую пользу от прогностического тестирования нарушений одного гена (например, некоторых видов рака), а люди с умеренным риском в скором времени также смогут осуществлять профилактику. Со временем тестирование может быть распространено на людей со средним риском сложных расстройств.

Восприятие генетического редукционизма как исключительно негативного, вредного феномена в корне неверно. Критика не

отменяет значимости генов в человеческой жизни и положительных результатов исследований ученых и энтузиастов генетики. Более того, дискуссии и интеллектуальные традиции, порожденные противоречивостью данного явления, позволяют по-новому концептуализировать ген за рамками биомедицинских наук, одновременно уберегая его от излишнего упрощения в духе Докинза. Переосмысление роли биологического, в частности генетического, редукционизма в системах может разрешить многие существующие коллизии в методологических, этических, социальных, политических и прочих междисциплинарных системах.

Список литературы (References)

- Abbott A. With your genes? Take one of these, three times a day // *Nature*. – 2003. – Vol. 425, N 6960. – P. 760–762.
- Cole S.W. Human social genomics // *PLOS Genetics*. – 2014. – Vol. 10, N 8. – P. 1–7.
- Collins F.S., McKusick V.A. Implications of the Human Genome Project for medical science // *JAMA*. – 2001. – Vol. 285, N 5. – P. 540–544.
- Esposito M. Expectation and futurity : The remarkable success of genetic determinism // *Studies in history and philosophy of biological and biomedical science*. – 2017. – Vol. 62. – P. 1–9.
- Evolution : the extended synthesis / Pigliucci M., Müller G.B. (eds.). – Cambridge, MA : MIT press, 2010. – 504 p.
- Genetics and public health – evolution, or revolution? / Halliday J.L. [et al.] // *Journal of epidemiology & community health*. – 2004. – Vol. 58, N 11. – P. 894–899.
- Jaroff L. The Gene Hunt [Electronic resource] // *Time*. – 2001. – URL: <http://content.time.com/time/magazine/article/0,9171,151430,00.html> (date of access: 04.09.2022).
- Jirtle R.L., Skinner M.K. Environmental epigenomics and disease susceptibility // *Nature reviews genetics*. – 2007. – Vol. 8, N 4. – P. 253–262.
- Johnson C.G. Female inmates sterilized in California prisons without approval [Electronic resource] // *The Center for investigative reporting*. – 2013. – URL: <https://www.geneticsandsociety.org/article/female-inmates-sterilized-california-prisons-without-approval> (date of access: 15.10.2022).
- Kay L.E. The molecular vision of life. – New York : Oxford univ. press, 1993. – 304 p.
- Keller E.F. The century of the gene. – Cambridge, MA : Harvard univ. press, 2000. – 186 p.
- Khoury M.J. Genetics and genomics in practice : the continuum from genetic disease to genetic information in health and disease // *Genetics in medicine*. – 2003. – Vol. 5, N 4. – P. 261–268.

Lerner R.M. Eliminating genetic reductionism from developmental science // Research in human development. – 2015. – Vol. 12, N 3/4. – P. 178–188.

Mcafee K. Neoliberalism on the molecular scale. Economic and genetic reductionism in biotechnology battles // Geoforum. – 2003. – Vol. 34, N 2. – P. 203–219.

Meaney M. Epigenetics and the biological definition of gene x environment interactions // Child development. – 2010. – Vol. 81, N 1. – P. 41–79.

Melo-Martín I., de. Firing up the nature/nurture controversy: bioethics and genetic determinism // Journal of medical ethics. – 2005. – Vol. 31, N 9. – P. 526–530.

Nelkin D., Lindee M.S. The DNA mystique : the gene as a cultural icon. – New York : Freeman, 1995. – 276 p.

Oyama S. The ontogeny of information : developmental systems and evolution. – Durham, NC : Duke univ. press, 2000. – 273 p.

Richardson A. Love and eugenics in the late nineteenth century. – Oxford : Oxford univ. press, 2003. – 250 p.

Sabatello M., Juengst E. Genomic essentialism : its provenance and trajectory as an anticipatory ethical concern // Hastings center report. – 2019. – Vol. 49, N S1. – P. S10–S18.

Slavich G.M., Cole S.W. The emerging field of human social genomics // Clinical psychological science. – 2013. – Vol. 1, N 3. – P. 331–348.

Van Regenmortel M.H. Reductionism and complexity in molecular biology. Scientists now have the tools to unravel biological and overcome the limitations of reductionism // EMBO Reports. – 2004. – Vol. 5, N 11. – P. 1016–1020.

Zarr C. «Three generations of imbeciles are enough» – The Case of Buck v. Bell [Electronic resource] // National Archives. Education Updates. – 2017. – URL: <https://education.blogs.archives.gov/2017/05/02/buck-v-bell/> (date of access: 25.09.2022).