

ОНТОЛОГИЯ, ЭПИСТЕМОЛОГИЯ, ЛОГИКА

Научная статья

УДК 165.2

doi: 10.17223/1998863X/87/1

РАВНЕНИЕ НА «ЛУЧШИХ»: ПРОБЛЕМА СТРОГОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ

Валентин Александрович Бажанов

Ульяновский государственный университет, Ульяновск, Россия,
vbazhanov@yandex.ru, https://staff.ulstu.ru/bazhanov

Аннотация. В статье анализируются медико-биологические науки под углом зрения тенденций в них организовывать и вести исследования подобно тому, как это принято в математике и физике, в формате строгости и воспроизводимости. Показывается и обосновывается органическая связь этой проблемы с требованиями воспроизводимости экспериментов в области медицины и биологии. Констатируется внутринаучный статус требований строгости и воспроизводимости, а также возможность ситуаций, когда эти требования отходят на задний план, когда государство и / или фармацевтические компании заинтересованы в оперативной, но в то же время селективной экспансии своих препаратов на рынок медицинских продуктов.

Ключевые слова: строгость, воспроизводимость, эксперимент в медицине и биологии, клиническое мышление

Для цитирования: Бажанов В.А. Равнение на «лучших»: проблема строгости и воспроизводимости в медико-биологических науках // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2025. № 87. С. 5–16. doi: 10.17223/1998863X/87/1

ONTOLOGY, EPISTEMOLOGY, LOGIC

Original article

FOLLOWING THE “BEST”: THE PROBLEM OF RIGOR AND REPRODUCIBILITY IN BIOMEDICAL SCIENCES

Valentin A. Bazhanov

*Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russian Federation,
vbazhanov@yandex.ru, https://staff.ulstu.ru/bazhanov/*

Abstract. The article analyzes biomedical sciences through the lens of tendencies to organize and conduct research, similar to the way it is in the format of rigor and reproducibility accustomed in mathematics and physics. The deficit of works on the problems of rigor in the relevant domestic literature is stated. The organic connection of this problem with the requirements of reproducibility of experiments in the field of medicine and biology is demonstrated. The peculiarities of this connection are discussed in view of the close “attachment” of these disciplines to the empirical basis, but a rather low level of reproducible

results. Factors responsible for the lack of reproducibility are pointed out, and methods are suggested that can help to increase the reproducibility and, hence, rigor of research in life sciences. Attention is drawn to the importance of fostering a clinical mindset that is focused on maintaining a high level of rigor in medicine and recognizing the importance of trial reproducibility (including preclinical stages). The intra-scientific status of the requirements of rigor and reproducibility is stated, as well as the possibility of situations when these requirements become less significant when the government and/or pharmaceutical companies are interested in rapid, but at the same time selective, expansion of their drugs in the market of medical products.

Keywords: rigor, reproducibility, experimentation in medicine and biology, clinical reasoning

For citation: Bazhanov, V.A. (2025) Following the “best”: the problem of rigor and reproducibility in biomedical sciences. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science.* 87. pp. 5–16. (In Russian). doi: 10.17223/1998863X/87/1

Вопрос о строгости рассуждений является традиционным для так называемых «точных» наук – математики и физики. Эти науки «настроены» на точность, поскольку очевидным образом результат рассуждений напрямую, непосредственно зависит от (точного) соблюдения правил, предопределяющих вывод нового знания и, кроме того, в «точных» науках отдают отчет в возможности и пределах их неточности, связанной, например, с погрешностями измерений, употреблением размытых понятий, нечетко сформулированными правилами и т.п. Особенно остро вопрос о строгости стоит в математике, которая претендует на статус цитадели строгости и где в некоторых направлениях (скажем, интуиционизме) не признают некоторые типы доказательств ввиду сомнений в их надежности в плане строгости и использовании «сомнительных» логических законов¹. Строгость – это требование, предполагаемое интеллектуальной честностью, которая означает, что мы должны быть готовы не только выслушать аргументы против нашей точки зрения, но и радикально пересмотреть ее [1. С. 214–216]. Эволюция канонов строгости в математике позволяет высказать утверждение о том, что они, эти каноны, следуя мысли Я. Хакинга о процессе «сочинения» категорий предметов и явлений посредством процедуры их «именования» [2. С. 120–121], в значительной мере «сочиняются», и в этом можно усмотреть прогресс математического знания и особенно новых математических объектов и способов доказательства [3].

В логико-математических дисциплинах представления о строгости и эволюции строгости можно облечь в довольно четкую форму: строгим принято считать рассуждение, в основании которого лежат разные виды аксиоматики и / или, как явно задается в математической логике, оно совершается по определенным правилам вывода и в целом соответствует общепринятым и обычно общепризнанным дискурсивным приемам построения «правильных» (в более слабой форме, соответствующей неклассическим разделам логики, – «приемлемых») умозаключений и доказательств. Уверенность в строгом исследовании вселяет серьезную надежду, что оно надежно и его результаты адекватно отражают объективную реальность и, следовательно, их следует признать истинными.

¹ Например, не допускаются принятые в классической математике доказательства «от противного», поскольку это доказательство является следствием закона исключенного третьего, отвергаемого последователями интуиционизма.

Как достигается строгость в медицинских и биологических дисциплинах?

Вопрос о строгости в медико-биологических науках более сложен в силу их «замкнутости» на эмпирические исследования, более размытые теоретические конструкции, склонность к индуктивным обобщениям, «ситуативному» анализу и апелляциям к массиву типичных (сходных) случаев. Вовсе не случайно, наверное, сами медики иногда шутят, описывая медицину как вторую по точности науку после богословия...

Насколько озабочены проблемой строгости в медико-биологических науках (включая фармацевтику)? Волнует ли строгость исследований представителей этих наук? Если да, то в какой мере? Считается ли строгость исследований и обоснованность рекомендаций, равно как и воспроизводимость, золотым стандартом в медико-биологических науках? Возможно, что в силу их опоры на эмпирический базис, важнейшую роль эксперимента в получении нового знания проблема строгости не рассматривается, в отличие от «точных» наук, как первостепенная? К положительному ответу на последний вопрос подводит, например, анализ соответствующих источников в сети Интернет: в зарубежной литературе вопрос о строгости обсуждается, хотя и менее активно, чем проблема воспроизводимости, а отечественных (русскоязычных) специальных публикаций, посвященных строгости в медико-биологических науках, на удивление мало; если этот вопрос и затрагивается, то лишь в контексте обсуждения других методологических особенностей исследования. Фактически проблема строгости в медико-биологических науках – это проблема степени их доказательности и обоснованности в выборе методов лечения и реабилитации больных. Очень важная проблема, поскольку прошлое медицины изобилует странными, а, как иногда утверждается, даже «безумными» методами избавления людей от недугов [4]. Очень часто эти методы не работали, а если человек выздоравливал, то во многом благодаря концентрации и действию сил его собственного организма. Фактическое отсутствие анализа во врачебной практике статистики, связанной с результатами действия такого рода методов, говорило о том, что представления о воспроизводимости не входили в арсенал наблюдений, которые отличали медицинскую практику вплоть едва ли не до начала XX столетия. Ситуация изменилась с осознанием в медицине важности статистических методов после трудов Р. Фишера в 1920-х – начале 1930-х гг., которые подводили к пониманию значимости сравнений результатов серии экспериментов и учету погрешностей измерений, а, стало быть, феномена воспроизводимости.

Ныне в отечественной и зарубежной литературе довольно оживленно дискутируется проблема воспроизводимости и повторяемости экспериментов и эмпирических измерений [5]¹. Важность воспроизводимости в любых

¹ Следует различать ситуации воспроизводимости (reproducibility) и повторяемости (replicability). *Воспроизводимость* – это ситуация, в которой получаются те же самые результаты, что и ранее, при условии совпадения начальных данных, использования тех же самых вычислительных процедур и методов анализа полученных результатов. Можно иметь в виду как «прямые», так и «непрямые (косвенные)» режимы воспроизводимости. Воспроизводимость и «вычислительная воспроизводимость (computational reproducibility)» обычно считаются тождественными понятиями. Под *повторяемостью* же понимается процесс получения тех же самых результатов, которые отвечают на те же, что и ранее, поставленные вопросы, хотя полученные результаты экспериментов могут быть, вообще говоря, несколько различными.

научных исследованиях, включая медико-биологические науки, отмечается едва ли не во всех работах, затрагивающих ключевые моменты методологии, имея в виду и отдельные направления медицины и биологии, в которых доминируют экспериментальные исследования [6. Р. 1073]. Это актуально в медицине [7] и особенно в области нейронауки [8. Р. 7; 9–11], в которой, как это ни парадоксально звучит, «слабость эмпирической базы выражается в слабой теории» [12. Р. 2]. И такое заключение не должно удивлять даже при условии, что в течение довольно продолжительного периода в США собирались и упорядочивались база данных, касающаяся когнитивного развития подростков и их родителей и охватывающая 12 тысяч семей (Adolescence Brain Cognitive Development), представленная в открытом виде для всех потенциальных исследователей когнитивных особенностей этой категории людей [13]. Воспроизводимые исследования во многом свидетельствуют о применении (достаточно) строгой методологии, которая определяла их проведение. Поэтому своего рода редукция представлений о строгом исследовании к воспроизводимости, думается, может в определенном смысле считаться оправданной – особенно в плане информации, которая получается в результате метаанализа таких исследований.

Понятно, что основной фактор внимания к воспроизводимости обусловлен тем очевидным обстоятельством, что невоспроизводимые результаты, методы и заключения с большой степенью вероятности обесценивают усилия по организации и проведению исследования, хотя могут и инициировать серьезные сомнения и по поводу корректности получения первоначальных результатов, применявшимся методов и сделанных заключений. Плотная привязка наук к эмпирическому базису, каким и являются медико-биологические науки, может являться причиной, согласно которой вопросы о строгости отодвигаются на второй план или же вообще на периферию исследований. Однако вера в соответствие теоретических положений эмпирическому базису не всегда бывает оправданной: известная максима о разрыве (своего рода «противоречии») теории и практики может давать о себе знать и в данном случае¹.

Воспроизводимость как бы компенсирует недостаточную апелляцию к фактору строгости. Хотя воспроизводимость и строгость, вообще говоря, являются разными аспектами научного исследования, а с логической точки зрения непересекающимися понятиями, но методы, способные повысить воспроизводимость, в общем случае могут способствовать и росту строгости в исследованиях.

На самом деле уровень / порог воспроизводимости в медико-биологических науках довольно низкий. Попытки воспроизвести эксперименты коллег заканчиваются неудачей в 70% случаев, а воспроизвести свои собственные результаты – в 50% [16], а доклинические испытания в области онкологии – даже в 10–11% тестов, поскольку, как считают авторы, игнорируется связь ментального состояния больных, которое может выражаться в решимости победить болезнь или, напротив, поддаться унынию, опустить руки, отка-

¹ Некоторые ученые прямо называют разрыв теории и практики одним из важнейших препятствий в разработке эффективных методов лечения. Особенно актуально это в области психиатрии ввиду сложности предложить универсальные протоколы лечения и реабилитации [14. Р. 9]. Такого рода разрыв не интерпретируется как нечто неестественное и принципиально снижающее качество исследования; речь идет о требовании обеспечить некоторый баланс между установками, связанными с воспроизводимостью результатов, и строгостью анализа [15. Р. 6].

заться от борьбы, и уровнем их иммунной защиты, который выше у тех, кто в противостоянии онкологическому заболеванию занял активную позицию [17. Р. 572; 18]. Впрочем, проблема воспроизведимости является остроактуальной не только в медицине и биологии. В области computer science, в которой казалось бы царствуют алгоритмы, воспроизведимость результатов, полученных коллегами, в среднем порядка 58% [19. Р. 520]. На фактор воспроизведимости влияют и особенности субъекта познавательной деятельности. Например, различные врачи, осуществляющие обыденные для современной медицины ультразвуковые исследования (УЗИ), могут выносить существенно различные вердикты по поводу наблюдения одних и тех же феноменов. УЗИ оказывается в высокой степени операторо-зависимой процедурой.

Как повысить уровень воспроизведимости медицинско-биологических исследований?

К основным факторам, которые препятствуют воспроизведимости или по меньшей мере существенно снижают порог ее достоверности, а следовательно, и вероятность получить тот же самый результат, принято относить:

- 1) недостаточную информацию о методологии исследования, материалах, которые были использованы и первичных данных;
- 2) применение недоброкачественных линеек клеток или микроорганизмов;
- 3) неумение работать со сложными базами данных;
- 4) слабую подготовку к экспериментальной работе и организации эксперимента;
- 5) когнитивные предрассудки (*bias*)¹, которые, в частности, касаются подбора соавторов и литературы, выбора стратегии исследования, сбора и селекции данных;
- 6) стремление опередить возможных конкурентов и быстрее получить желаемый результат и, следовательно, небрежение к негативной информации, которая характеризует неудачный эксперимент;
- 7) использование размытых понятий часто без осознания и анализа причин и оснований, лежащих в основании данного феномена, что могло исказить и / или привносить неопределенность в диагностику и эпикриз предполагаемого заболевания².

Соответственно, рекомендуется максимально полно делиться информацией о стартовых условиях, применяемых методах, материалах (реагентах) и программных средствах (*software*); правила клинических испытаний применять и для доклинических, использовать только ранее зарекомендовавшие

¹ В США особенно распространены расовые предрассудки. За время обучения 47% студентов слушали от врачей нелестные отзывы об афроамериканцах, отношение к которым со стороны врачей было менее внимательным, чем к белым [20. Р. 105–106]; разного рода когнитивные предрассудки приводят к ошибочным или неточным диагнозам в диапазоне от 36 до 77% случаев [21. Р. 43]. Имеется специальный ресурс в интернете, помогающий бороться с неявно выраженным (т.е. часто неосознаваемыми) предрассудками в практике врача: <https://www.unbiased.health/>

² Так, в английском языке в течение двух столетий изменилось понятие, которым врачи предпочитали обозначать патологии: *malady*, *illness* в XIX, *sickness*, *un-healthiness* соответственно в первой и второй половине XX в. [22. Р. 1154]. Думаю, что аналогичный процесс мог наблюдаваться и в тезаурусе врача в России, поскольку в русском языке имеется множество слов для обозначения патологии – болезнь, заболевание, недуг, недомогание, хворь и т.д.

себя (надежные) линейки клеток и микроорганизмов, проверять на более чем одном модельном ряде животных, тщательно и глубоко изучать статистические методы и методики организации экспериментов и их детальное описание; особо тщательно проводить рандомизацию в процессе испытаний; отказаться от предубеждения, связанного с нежеланием опубликовать негативные результаты [23. Р. 983e; 24. Р. 23–24; 25], и активнее применять методы байесовской статистики, позволяющие осуществлять самокоррективные процедуры (self-corrective) в ходе научного исследования [26. Р. 55804]. Эти требования являются по существу универсальными и для исследований *in vitro* и *in vivo* [27. Р. 2, 4]¹, причем особо важное значение придается правильно выстроененной методологии и тщательной организации исследования [28], его междисциплинарному характеру [29] и инкорпорированию в процесс исследования регулярных рефлексивных процедур, цель которых состояла бы в отсеивании трудно поддающихся контролю элементов субъективных предубеждений и предпочтений, имеющих в общем случае личностный характер [30. Р. 139], но в то же время существенно не затрагивающих результаты, которые претендуют на статус «очевидных» [31]. Всем этим факторам должно придаваться первостепенное значение в образовании и подготовке к самостоятельной деятельности студентов и будущих исследователей [32. Р. 3–5]. Кроме того, на степень воспроизводимости доклинических и клинических испытаний могут влиять такие трудно поддающиеся контролю детали, которые связаны с питанием (диетой), физической активностью и возрастом тех животных и людей, которые подвергаются анализу [33. Р. 114], а также коррелируются с динамикой их социального статуса и экономического благосостояния [34].

Безусловная воспроизводимость является своего рода гарантией строгого исследования. Строгость обеспечивается полнотой и избыточностью эмпирических данных, их корректной статистической обработкой, готовностью признать и исправить недочеты и ошибки, допущенные в исследовании, отсутствием пробелов и нарушений в логических рассуждениях, да и просто в «интеллектуальной честности» перед собой и коллегами [35. Р. 1–2; 36. Р. 1538]. Призыв к научному сообществу «повторять, повторять, повторять (replicate, replicate, replicate)» [37. Р. 112] по существу является призывом стремиться провести максимально возможное в данных условиях строгое исследование. Формирование такого рода установок и компетенций предполагается учебными курсами, подготовкой медицинских работников и биологов, причем эти компетенции считаются «ключевыми» для клинического мышления [38. Р. 1169] и интегральными элементами общей культуры представителей этих специальностей [39. Р. 591]. С тем, чтобы повысить уровень воспроизводимости экспериментов для отдельных ученых, возможно, целесообразно ввести своего рода «индекс воспроизводимости», указывающий на то, насколько достоверны и надежны результаты того или иного исследователя. Введение такого индекса могло бы способствовать более основательной подготовке экспериментов и (статистической) обработке полученных в них данных.

¹ Хотя дискуссии по поводу критерии строгости порой носят ожесточенный характер. Бывают и курьезы: статья, имеющая цель задать детали строгого исследования, ретрагируется по причине «низкого уровня строгости» [41].

Соображения о строгости клинического мышления

Нередко при формировании клинического мышления слабое внимание уделяется обучению навыкам последовательного логического рассуждения, что в некоторых случаях ведет к достаточно элементарным логическим ошибкам, которые связаны с нарушением основных законов классической логики (законов тождества, исключенного третьего и непротиворечия), неумением корректно делать индуктивные умозаключения и находить достаточные основания для того или иного положения, искать и находить необходимые аргументы в пользу конкретного решения [40. С. 156–158]. Всё это имеет первостепенное значение для повседневной и успешной практики медицинского работника и исследователя физиологических (биологических) явлений. В результате логической непоследовательности и недостаточной строгости клинического мышления могут происходить серьезные врачебные ошибки в диагностике заболевания и его лечении, угрожающие жизни людей [42]. Поэтому формирование грамотного, логически корректного и строгого клинического мышления при постановке диагноза, назначении лечения (включая назначение эффективных лекарственных средств) и определении прогноза излечения должно находиться в эпицентре медицинского (и фармацевтического) образования [43]. Строгое клиническое мышление аккумулирует не только достижения доказательной медицины, личный опыт, интуицию практикующего врача и его умение оценивать конкретные случаи патологии на фоне рекомендаций, носящих общий характер.

За тем, насколько обеспечивается строгость исследования (и, следовательно, его воспроизводимость), призваны следить многочисленные институции, на своих сайтах в сети Интернет помещающие рекомендации по поводу того, как можно и нужно построить строгое и воспроизводимое исследование. Это, например, проект «Воспроизведимая наука», который осуществляется в «Центре открытой науки (Center for Open Science)» (<https://cos.io>), а также деятельность «Общества строгости (Community for Rigor)» (<https://c4r.io>), Института здоровья в Берлине (<https://s-quest.bihealth.org/fiddle>), Центра инноваций в научном образовании института Джона Хопкинса (<https://g3isenetwork.com>), «Британской сети содействия воспроизводимости науки (UK Reproducibility Network)» (<https://ukrn.org>) и т.д.

Такого рода институты и общества отвечают запросам социума, связанным с ценностями здоровья и функционирования органов здравоохранения [44. Р. 18]. Если вспомнить сравнительно недавнюю пандемию вируса COVID-19, то общество и отдельные граждане внимательно вслушивались в рекомендации со стороны медицинской науки и, за довольно редкими исключениями, старались следовать ее предписаниям с тем, чтобы сохранить здоровье, а зачастую и жизнь. Вакцинирование соответствовало ценностным установкам едва ли не всех обществ, хотя властные структуры, цементирующие эти общества, и отдельные фармацевтические компании стремились ускорить проведение клинических испытаний ввиду крайней необходимости обеспечить защиту населения, пренебрегая возможностью серьезных побочных эффектов¹. Однако они не могли пренебречь и желанием показать высо-

¹ Как, например, произошло с антивирусной вакциной фирмы Astra-Zeneca, применение которой у некоторых пациентов увеличивало вероятность развития тромбозов.

кий уровень своих достижений в медико-биологической области, дающий им шанс извлечь некоторую экономическую выгоду в результате разработки антивирусных препаратов, принудительно ограничивая их распространение и практическое использование лояльными и экономически состоятельными государствами и обществами. В таких ситуациях наука (в частности, медико-биологическая) приобретает очевидную политическую субъектность во многом благодаря прямой заинтересованности властных и коммерческих структур в ее продуктах в виде инновационных разработок. Несмотря на заметный рост статуса и роли знания как общественного блага, это является следствием устойчивого следования по траектории его «капиталистической» формы производства и на уровне государств, и на уровне более или менее крупных компаний, производящих продукцию, в которых интегрированы факторы, способствующие демонстрации научной мощи страны, и экономические интересы, – траектории, которая выражается в стремлении к монополизму на рынке знаний, востребуемых обществом в качестве универсального блага¹.

Таким образом, показатели строгости и воспроизводимости исследования являются преимущественно внутринаучными, и хотя государственное финансирование предполагает неукоснительное следование этим показателям, в некоторых случаях, связанных с социально-политическими и экономическими факторами, требующих быстрых решений и открывающих перспективы экономической выгоды, эти показатели отходят на задний план.

Заключение

Представители медико-биологических наук задумываются о том, как придать рассуждениям строгость, которая приближалась бы к уровню строгости, принятой в физико-математическом знании. Довольно надежным индикатором строгого исследования в биологии и медицине является высокий уровень воспроизводимости экспериментов, на которых проверяются теоретические конструкции. Это естественным образом подразумевается ролью эмпирического базиса в медико-биологических науках, на которых замыкаются любые теоретические построения в медицине и биологии. «Сочинения» строгости путем «именований» объектов, процессов и явлений в них по сравнению с аналогичными конструкциями в математике и физике существенно менее произвольно ввиду этого обстоятельства. Поэтому воспроизводимость может выступать в качестве ключевого элемента «золотого стандарта» объективности знания в медико-биологических науках.

Список источников

1. Теннант Н. Философия. Введение в аналитическую традицию: Бог, ум, мир, логика / пер. В.В. Целищева. М. : Канон+, 2023. 496 с.
2. Хакинг Я. Историческая онтология / пер. В.В. Целищева. М. : Канон+, 2024. 384 с.
3. Бажсанов В.А. Доказательные рассуждения в математике: сочинение строгости? // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2024. № 81. С. 5–16.
4. Моррис Т. Безумная медицина. Странные заболевания и не менее странные методы лечения в истории медицины. М. : Бомбара, 2023. 432 с.

¹ Стремление к коммерционализации медицинской и фармацевтической продукции ведет к образованию «обедненных эпистемологических ниш», которые связаны с заметным снижением критериев достойной и практически насыщенной когнитивной деятельности [45. Р. 14–16].

5. Бажанов В.А. Феномен воспроизводимости в фокусе эпистемологии и философии науки // Вопросы философии. 2022. № 5. С. 25–35
6. Sikorski M. Epistemic foundations of replicability in experimental sciences: The orthodox view. 2024 // Foundations of Science. 2024. Vol. 29. P. 1071–1088.
7. Wang S.V., Sreedhare S.K. Reproducibility of real-world evidence studies using clinical practice data to inform regulatory and coverage decisions // Nature Communications. 2022. Vol. 13. Article 5126.
8. Williams M., Curtis M.J., Mullane K. Reproducibility in Biomedical Sciences // Research in the Biomedical Sciences. Academic Press. 2018. P. 1–66.
9. Crook S.M., Davison A.P. et al. Reproducibility and rigor in computational neuroscience // Frontiers in Neuroinformatics. 2020. Vol. 14. Article 23.
10. Jadavji N.M., Haelterman N.A. Reproducibility in neuroscience // Frontiers in Integrative Neuroscience. 2023. Vol. 17. doi: 10.3389/fnint.2023.1271818
11. Mehta A.R. Dealing with the reproducibility crisis in neuroscience from the grassroots // Lancet Neurol. 2024. Nov. Vol. 23 (11). P. 1079. doi: 10.1016/S1474-4422(24)00392-2
12. Roland P.E. How far neuroscience is from understanding brains // Frontiers in Systems Neuroscience. 2023. Vol. 17. doi: 10.3389/fnsys.2023.1147896
13. Murray T., Lopez D. et al. Responsible use of population neuroscience data: Towards standards of accountability // Developmental Cognitive Neuroscience. 2024. October 18. doi: 10.1016/j.dcn.2024.101466
14. Rosa D.D., Chiffi D., Andreotti M. Philosophy and clinical reasoning in rehabilitation sciences: Bridging the gap // Global Philosophy. 2024. Vol. 34. Article 10.
15. Cantlon J.F. The balance of rigor and reality in developmental neuroscience // NeuroImage. 2020. Vol. 216. Article 116464. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116464
16. Niven D.J., McCormic T.J. et al. Reproducibility of clinical research in critical care: a scoping review // BMC Medicine. 2018. Vol. 16. Article 26.
17. Steward O., Balice-Gordon R. Rigor or Mortis: Best practices for preclinical research in neuroscience // Neuron. 2014. Vol. 84. P. 572–584.
18. Diaba-Nuhoho P., Ampsonah-Offen M. Reproducibility and research integrity: the role of scientists and institutions // BMC Research Notes. 2021. Vol. 14. Article 45.
19. Cacho J., Taghva K. The state of R\reproducibility in computer science // 17-th International conference on Information Technology – New generation / ed. S. Lotifi. Springer, 2020. P. 519–524.
20. Sabin J.A. Implicit bias in clinical settings // New England Journal of Medicine. 2022. Vol. 387, № 2. P. 105–107.
21. Gopal D.P., Chetty U. et al. Implicit bias in healthcare: clinical practice, research and decision making // Future Healthcare Journal. 2021. Vol. 8, № 1. P. 40–48.
22. Hoffman B. Vagueness in medicine: On disciplinary indistinctness, fuzzy phenomena, vague concepts, uncertain knowledge, and fact-value interaction // Axiomathes. 2022. Vol. 32. P. 1155–1168.
23. Yang L.J.-S., Chang K.W.-C. et al. Methodology rigor in medical research // Plastic Reconstruction Surgery. 2012. Vol. 129 (6). P. 979e–988e.
24. Hofseth L.J. Getting rigorous with scientific rigor // Carcinogenesis. 2018. Vol. 39, № 1. P. 21–25.
25. Six factors affecting reproducibility in life science research and how to handle them. URL: <https://www.nature.com/articles/d42473-019-00004-y>
26. Romero F., Sprenger J. Scientific self-correction: the Bayesian way // Synthese. 2021. Vol. 198 (Suppl.). P. 55803–55823.
27. Sansbury B.E., Nystriak M.A. et al. Rigor me this: What are the basic criteria for a rigorous, transparent, and reproducible scientific study // Frontiers in Cardiovascular Medicine. 2022. Vol. 9. Article 913612.
28. Schaller M. The empirical benefits of conceptual rigor: Systematic articulation of conceptual hypotheses can reduce the risk of non-replicable results (and facilitate novel discoveries too) // Journal of Experimental Social Psychology. 2016. Vol. 66. P. 107–115. doi: 10.1016/j.jesp.2015.09.006
29. Park J.J., Kim Y., Han H. The Landscape of Research Method Rigor in the Field of Human Resource Development: An Analysis of Empirical Research from 2016 to 2023 // Human Resource Development Review. 2024. Vol. 23 (3). P. 345–375. doi: 10.1177/15344843241255410
30. Johnson J.I., Adkins D., Chauvin S. Qualitative research in pharmacy education // American Journal of Pharmaceutical Education. 2020. Vol. 84 (1). Article 7120.
31. Irazo V., Perez-Gonzalez S. Evidence and computer simulations in public health // Global Philosophy. 2024. Vol. 34. Article 25.

32. Koroshetz W.J., Berhman S. et al. Framework for advancing rigorous research // eLIFE. 2020. Vol. 9. Article 55915.
33. Camelas T., Godongwana M. et al. Charting a course: navigating rigor and mening in global health research // Journal of Physical Activity and Health. 2024. Vol. 21. P. 113–114.
34. Adler N., Bush N.R., Pantell M.S. Rigor, vigor, and the study of health disparities // PNAS. 2012. Vol. 109. Suppl. 2.
35. Casadevall A., Fang F.C. Rigorous science: a how-to guide // mBio. 2016. Vol. 7, Issue 6. Article e01902-16.
36. Yates B.J. Strategies to increase rigor and reproducibility of data in manuscripts: reply to Heroux // Journal of Neurophysiology. 2016. Vol. 116. P. 1538.
37. Mitchell K.J. Neurogenomics – towards a more rigorous science // European Journal of Neuroscience. 2018. Vol. 47. P. 109–114.
38. Connor D.M., Durning S.J., Rencic J.J. Clinical reasoning as a core competency // Academic Medicine. 2020. Vol. 95. P. 1166–1171.
39. Cruz R.A. Conceptual clarity and methodological rigor in the examination of culture within developmental cognitive neuroscience // Biological Psychiatry: Global Open Science. 2023. Vol. 3. P. 590–591.
40. Скрябин В.Ю. Логические ошибки в практике врача // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Медицина. 2022. Т. 17, вып 3. С. 154–165.
41. Enserink M. We are embarrassed': Scientific rigor proponents retract paper on benefits of scientific rigor // Science. 2024. Sept 25. URL: <https://www.science.org/content/article/we-are-embarrassed-scientific-rigor-proponents-retract-paper-benefits-scientific-rigor>
42. Теменев Ф.Ф. Природа врачебных ошибок // Бюллетень сибирской медицины. 2006. № 1. С. 51–58.
43. Andreoletti M., Bercheallea P. et al. Foundations of clinical reasoning: An epistemological stance // Topoi. 2019. Vol. 38. P. 389–394.
44. Popa E. Values in public health: an argument from trust // Synthese. 2024. Vol. 203 (6). Article 200. doi: 10.1007/s11229-024-04650-8
45. Magnani L. Jeopardizing biomedical creative abduction through impoverished epistemic niches // Global Philosophy. 2024. Vol. 34. Article 20.

References

1. Tennant, N. (2023) *Filosofiya. Vvedenie v analiticheskuyu traditsiyu: Bog, um, mir, logika* [Introducing Philosophy: God, Mind, World, Logic]. Translated from English by V.V. Tselishchev. Moscow: Kanon+.
2. Hacking, I. (2024) *Istoricheskaya ontologiya* [Historical Ontology]. Translated from English by V.V. Tselishchev. Moscow: Kanon+.
3. Bazhanov, V.A. (2024) Prove in Mathematics: Making Up Rigor? *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya – Tomsk State University Journal of Philosophy, Sociology and Political Science.* 81. pp. 5–16. (In Russian). DOI: 10.17223/1998863X/81/1
4. Morris, Th. (2023) *Bezumnaya meditsina. Strannye zabolevaniya i ne menee strannyе metody lecheniya v istorii meditsiny* [The Mystery of the Exploding Teeth and Other Curiosities from the History of Medicine]. Translated from English. Moscow: Bombora.
5. Bazhanov, V.A. (2022) Fenomen vosproizvodimosti v fokuse epistemologii i filosofii nauki [The phenomenon of reproducibility in focus on epistemology and philosophy of science]. *Voprosy filosofii.* 5. pp. 25–35.
6. Sikorski, M. (2024) Epistemic foundations of replicability in experimental sciences: The orthodox view. *Foundations of Science.* 29. pp. 1071–1088.
7. Wang, S.V. & Sreedhare, S.K. (2022) Reproducibility of real-world evidence studies using clinical practice data to inform regulatory and coverage decisions. *Nature Communications.* 13. Article 5126.
8. Williams, M., Curtis, M.J. & Mullane, K. (2018) Reproducibility in biomedical research. In: Williams, M., Curtis, M.J. & Mullane, K. (eds) *Research in the Biomedical Sciences*. Academic Press. pp. 1–66.
9. Crook, S.M., Davison, A.P. et al. (2020) Reproducibility and rigor in computational neuroscience. *Frontiers in Neuroinformatics.* 14. Article 23.
10. Jadavji, N.M. & Haelterman, N.A. (2023) Reproducibility in neuroscience. *Frontiers in Integrative Neuroscience.* 17. DOI: 10.3389/fint.2023.1271818

11. Mehta, A.R. (2024) Dealing with the reproducibility crisis in neuroscience from the grassroots. *Lancet Neurol.* 23(11). pp. 1079. DOI: 10.1016/S1474-4422(24)00392-2
12. Roland, P.E. (2023) How far neuroscience is from understanding brains. *Frontiers in Systems Neuroscience.* 17. DOI: 10.3389/fnsys.2023.1147896
13. Murray, T., Lopez, D., et al. (2024) Responsible use of population neuroscience data: Towards standards of accountability. *Developmental Cognitive Neuroscience.* October 18. DOI: 10.1016/j.dcn.2024.101466
14. Rosa, D.D., Chiffi, D. & Andreotti, M. (2024) Philosophy and clinical reasoning in rehabilitation sciences: Bridging the gap. *Global Philosophy.* 34. Article 10.
15. Cantlon, J.F. (2020) The balance of rigor and reality in developmental neuroscience. *NeuroImage.* 216. Article 116464. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2019.116464
16. Niven, D.J., McCormic, T.J. et al. (2018) Reproducibility of clinical research in critical care: a scoping review. *BMC Medicine.* 16. Article 26.
17. Steward, O. & Balice-Gordon, R. (2014) Rigor or Mortis: Best practices for preclinical research in neuroscience. *Neuron.* 84. pp. 572–584.
18. Diaba-Nuhoho, P. & Ampomah-Offen, M. (2021) Reproducibility and research integrity: the role of scientists and institutions. *BMC Research Notes.* 14. Article 45.
19. Cacho, J. & Taghva, K. (2020) The state of R/reproducibility in computer science. In: Lotifi, S. (ed.) *17-th International Conference on Information Technology – New Generation.* Springer. pp. 519–524.
20. Sabin, J.A. (2022) Implicit bias in clinical settings. *New England Journal of Medicine.* 387(2). 2. pp. 105–107.
21. Gopal, D.P., Chetty, U. et al. (2021) Implicit bias in healthcare: clinical practice, research and decision making. *Future Healthcare Journal.* 8(1). pp. 40–48.
22. Hoffman, B. (2022) Vagueness in medicine: On disciplinary indistinctness, fuzzy phenomena, vague concepts, uncertain knowledge, and fact-value interaction. *Axiomathes.* 32. pp. 1155–1168.
23. Yang, L.J.-S., Chang, K.W.-C. et al. (2012) Methodology rigor in medical research. *Plastic Reconstruction Surgery.* 129(6). pp. 979e–988e.
24. Hofseth, L.J. (2018) Getting rigorous with scientific rigor. *Carcinogenesis.* 39(1). pp. 21–25.
25. ATCC. (n.d.) Six factors affecting reproducibility in life science research and how to handle them. [Online] Available from: <https://www.nature.com/articles/d42473-019-00004-y> (Accessed: 10th August 2025).
26. Romero, F. & Sprenger, J. (2021) Scientific self-correction: the Bayesian way. *Synthese.* 198 (Suppl.). pp. 55803–55823.
27. Sansbury, B.E., Nystoriak, M.A. et al. (2022) Rigor me this: What are the basic criteria for a rigorous, transparent, and reproducible scientific study. *Frontiers in Cardiovascular Medicine.* 9. Article 913612.
28. Schaller, M. (2016). The empirical benefits of conceptual rigor: Systematic articulation of conceptual hypotheses can reduce the risk of non-replicable results (and facilitate novel discoveries too). *Journal of Experimental Social Psychology.* 66. pp. 107–115. DOI: 10.1016/j.jesp.2015.09.006
29. Park, J.J., Kim, Y. & Han, H. (2024) The landscape of research method rigor in the field of human resource development: An analysis of empirical research from 2016 to 2023. *Human Resource Development Review.* 23(3). pp. 345–375. DOI: 10.1177/15344843241255410
30. Johnson, J.I., Adkins, D. & Chauvin, S. (2020) Qualitative research in pharmacy education. *American Journal of Pharmaceutical Education.* 84(1). Article 7120.
31. Irazo, V. & Perez-Gonzalez, S. (2024) Evidence and computer simulations in public health. *Global Philosophy.* 34. Article 25.
32. Koroshetz, W.J., Berhman, S. et al., (2020) Framework for advancing rigorous research. *eLIFE.* 9. Article 55915.
33. Camelas, T., Godongwana, M. et al. (2024) Charting a course: navigating rigor and mening in global health research. *Journal of Physical Activity and Health.* 21. pp. 113–114.
34. Adler, N., Bush, N.R. & Pantell, M.S. (2012) Rigor, vigor, and the study of health disparities. *PNAS.* 109. Suppl. 2.
35. Casadevall, A. & Fang, F.C. (2016) Rigorous science: a how-to guide. *mBio.* 7(6). Article e01902-16.
36. Yates, B.J. (2016) Strategies to increase rigor and reproducibility of data in manuscripts: reply to Heroux. *Journal of Neurophysiology.* 116. pp. 1538.
37. Mitchell, K.J. (2018) Neurogenomics – towards a more rigorous science. *European Journal of Neuroscience.* 47. pp. 109–114.

38. Connor, D.M., Durning, S.J. & Rencic, J.J. (2020) Clinical reasoning as a core competency. *Academic Medicine*. 95. pp. 1166–1171.
39. Cruz, R.A. (2023) Conceptual clarity and methodological rigor in the examination of culture within developmental cognitive neuroscience. *Biological Psychiatry: Global Open Science*. 3. pp. 590–591.
40. Skryabin, V. Yu. (2022) Logicheskie oshibki v praktike vracha [Logical errors in medical practice]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Meditsina*. 17(3).pp. 154–165.
41. Enserink, M. (2024) We are embarrassed: Scientific rigor proponents retract paper on benefits of scientific rigor. *Science*. 25th September. [Online] Available from: <https://www.science.org/content/article/we-are-embarrassed-scientific-rigor-proponents-retract-paper-benefits-scientific-rigor> (Accessed: 10th August 2025).
42. Tetenev, F.F. (2006) Priroda meditsinskikh oshibok [The nature of medical errors]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 1. pp. 51–58.
43. Andreoletti, M., Bercheallea P. et al. (2019) Foundations of clinical reasoning: An epistemological stance. *Topoi*. 38. pp. 389–394.
44. Popa, E. (2024) Values in public health: an argument from trust. *Synthese*. 203(6). Article 200. DOI: 10.1007/s11229-024-04650-8
45. Magnani, L. (2024) Jeopardizing biomedical creative abduction through impoverished epistemic niches. *Global Philosophy*. 34. Article 20.

Сведения об авторе:

Бажанов В.А. – заслуженный деятель науки РФ, доктор философских наук, профессор, зав. кафедрой философии Ульяновского государственного университета (Ульяновск, Россия). E-mail: vbazhanov@yandex.ru, <https://staff.ulsu.ru/bazhanov/>

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about the author:

Bazhanov V.A. – Distinguished Scientist of the Russian Federation, Dr. Sci. (Philosophy), full professor, head of the Department of Philosophy, Faculty of Humanities and Social Technologies, Ulyanovsk State University (Ulyanovsk, Russian Federation). E-mail: vbazhanov@yandex.ru, <https://staff.ulsu.ru/bazhanov/>

The author declares no conflicts of interests.

*Статья поступила в редакцию 20.08.2025;
одобрена после рецензирования 25.09.2025; принята к публикации 24.10.2025
The article was submitted 20.08.2025;
approved after reviewing 25.09.2025; accepted for publication 24.10.2025*