

Обзорная статья

УДК 13+37.0

DOI: 10.15372/PNE20220111

Основные подходы к проблеме трансдисциплинарности: от философской мысли к образовательной практике

Крежевских Ольга Валерьевна¹

¹Шадринский государственный педагогический университет, Шадринск, Россия,
MailOlga84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2227-4702>

Аннотация. *Введение.* Трансдисциплинарность в самом общем смысле понимается как преодоление границ дисциплин, имеющее последствия для социума, науки и образования. В последнее время появилось множество исследований в области трансдисциплинарности, где она рассматривается в философском, методологическом, проектно-прагматическом и образовательном направлениях. С целью обзора и систематизации научного знания в области трансдисциплинарности как научно-образовательного явления определяются тенденции развития науки в этом направлении. *Методология.* Применялся метод качественного анализа философской и социально-педагогической литературы. Критерием для отбора публикаций в этой области служило рассмотрение онтологической и гносеологической основы трансдисциплинарности в публикациях по направлениям: трансдисциплинарность как способ мышления, научный принцип и своеобразная логика, философия трансдисциплинарности, трансдисциплинарная эволюция образования, выявление проблем и преимуществ трансдисциплинарных исследований. *Обсуждение.* Проанализированы зарубежные и отечественные исследования в области трансдисциплинарности. Показано, что проблематика трансдисциплинарности представляет собой достаточно пеструю и разрозненную картину подходов, идей, точек зрения. Поднимаются вопросы научной эволюции проблемы трансдисциплинарности, описаны исследования, в которых трансдисциплинарность является способом мышления, научным принципом и своеобразной логикой. Дается характеристика работ в сфере философии трансдисциплинарности. Приведен обзор современных исследований, входящих в мировые базы данных, позволяющий подойти к рассмотрению и научному обоснованию трансдисциплинарной эволюции образования. Охарактеризованы некоторые подходы к трансдисциплинарному образованию. *Заключение.* Обзор позволяет говорить о развивающихся тенденциях в сфере образования, появлении трансдисциплинарных наук, побуждающих развитие соответствующих курсов: когнитивистики, нейробиологии, нейрообразовательных технологий и становления особой трансдисциплинарной технологии обучения.

Ключевые слова: трансдисциплинарность, трансдисциплинарное исследование, демократизация научного познания, трансдисциплинарный проект, трансдисциплинарное образование, эволюция образования, интеграция знания

Для цитирования: Крежевских О. В. Основные подходы к проблеме трансдисциплинарности: от философской мысли к образовательной практике

ке // Философия образования. 2022. Т. 22, № 1. С. 171–188. DOI: <https://doi.org/10.15372/PHE20220111>

Scientific article

Main approaches to the problem of transdisciplinarity: from philosophical thought to educational practice

Olga V. Krezhevskikh¹

¹Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, MailOlga84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2227-4702>

Abstract. *Introduction.* Transdisciplinarity in the most general sense is understood as overcoming the boundaries of disciplines, which has consequences for society, science and education. Recently, a lot of research has appeared in the field of transdisciplinarity, where it is considered in philosophical, methodological, project-pragmatic and educational directions. In order to review and systematize scientific knowledge in the field of transdisciplinarity as a scientific and educational phenomenon, trends in the development of science in this direction are identified. *Methodology.* The method of qualitative analysis of philosophical and socio-pedagogical literature was used. The criterion for the selection of publications in this field was the consideration of the ontological and epistemological basis of transdisciplinarity in publications in the following areas: transdisciplinarity as a way of thinking, scientific principle and peculiar logic, philosophy of transdisciplinarity, transdisciplinary evolution of education, identification of problems and advantages of transdisciplinary research. *Discussion.* Foreign and domestic research in the field of transdisciplinarity has been analyzed. It is shown that the problems of transdisciplinarity represent a rather motley and disparate picture of approaches, ideas, and points of view. Questions of the scientific evolution of the problem of transdisciplinarity are raised, studies in which transdisciplinarity is a way of thinking, a scientific principle and a kind of logic are described. The characteristic of works in the field of philosophy of transdisciplinarity is given. An overview of modern research included in the world databases is given, which allows us to approach the consideration and scientific justification of the transdisciplinary evolution of education. Some approaches to transdisciplinary education are characterized. *Conclusion.* The review allows us to talk about developing trends in the field of education, the emergence of transdisciplinary sciences that encourage the development of relevant courses, namely: cognitive science, neurobiology, neuroeducational technologies and the formation of a special transdisciplinary learning technology.

Keywords: transdisciplinarity, transdisciplinary research, democratization of scientific knowledge, transdisciplinary project, transdisciplinary education, evolution of education, integration of knowledge

For citation: **Krezhevskikh O. V.** Main approaches to the problem of transdisciplinarity: from philosophical thought to educational practice. *Philosophy of Education*, 2022, vol. 22, no. 1, pp. 171–188. DOI: <https://doi.org/10.15372/PHE20220111>

Введение. Высокое качество научных исследований всегда обеспечивалось соответствующей квалификацией ученого в каком-либо узком круге проблем. Однако реальные сложные проблемы, решение которых связано с пересекающимися потребностями как ученых, так и непрофессиональных групп, невозможно решить таким способом. К примеру, ситуация с COVID-19 сегодня обнаружила необходимость комплексного подхода к профилактике и лечению этого заболевания со стороны специалистов из различных сфер деятельности: медицины, психологии, управления, производства, привлечения общественных деятелей и др. Аналогично совместного решения и обсуждения командой разноспециализированных профессиональных групп требует проблема устойчивости биосоциальных систем и экологии. В научном познании такая командная работа, основанная на расширении узкоспециализированного мировоззрения отдельных ученых и социальных акторов, получила название трансдисциплинарного подхода.

В то же время проблематика трансдисциплинарности представляет собой пеструю и разрозненную картину подходов, идей, точек зрения. За рубежом и в России действуют отдельные коллективы и научные школы, в которых разрабатываются вопросы трансдисциплинарности, производятся попытки осмысления ее методологии и анализируется специфика трансдисциплинарного исследования. Поэтому цели настоящей статьи состоят в обзоре и систематизации научного знания в области трансдисциплинарности как научно-образовательного явления, выявлении тенденций развития науки в этом направлении.

Методология. Произведен качественный анализ публикаций в области философии, образовательных исследований, входящих в российские и мировые базы научного цитирования, диссертационных исследований, направленных на раскрытие проблемы трансдисциплинарности. Критерием для отбора публикаций в этой области служило рассмотрение онтологической и гносеологической основы трансдисциплинарности в публикациях; выполнено обобщение полученных результатов.

Обсуждение. Проблематика трансдисциплинарности, развиваемая на протяжении своей недолгой истории, демонстрирует разнообразную картину подходов, а точнее исследовательских стратегий. В целом среди этого разнообразия можно выделить следующие направления исследований, связанные как с деятельностью мировых научных школ трансдисциплинарности, так и практическим воплощением отдельных идей трансдисциплинарного подхода при решении реальных, жизненных проблем.

Научная эволюция проблемы трансдисциплинарности. Основные исторические этапы становления идеи трансдисциплинарности отражены в таблице.

**Этапы становления основных подходов
к проблеме трансдисциплинарности**

Этапы становления трансдисциплинарности	Характеристика этапа	Разработчики подходов
Предпосылочный этап (начало XX в. – до 1970-х гг.)	Зарождение идеи трансдисциплинарности, понимание необходимости взаимодействия исследователей	Ж. Пиаже
Оформление идей трансдисциплинарности (1970-е гг.)	Появление понятия трансдисциплинарности, более полное осознание ее научного и образовательного значения	Э. Янч, А. Лихнерович, Б. Николеску
Этап первых научных концепций (с 1970-х гг. до начала XXI в.)	Этап понятийной разобщенности и активных научных поисков в сфере полидисциплинарности, междисциплинарности и трансдисциплинарности; характеризуется также появлением первых научных концепций в этой области, обособлением мировых научных школ трансдисциплинарности	В. С. Мокий, Т. А. Лукьянова, В. Бажанов, Р. В. Шольц и др.
Этап развитой трансдисциплинарности (настоящий момент)	Сближение идей конвергенции и трансдисциплинарности, научное обоснование конвергентных технологий. Появление мировых центров NBIC-технологий, предусматривающих высокую степень синергизма био-, техно-, нано- и информационных технологий	Н. Б. Миронова, О. А. Дрозд, В. Прайд, Д. А. Медведев, А. Е. Никольский и др.

Одно из первых таких направлений – *исследование трансдисциплинарности как научной методологии* – свойственно зарубежной научной мысли для последователей идей Б. Николеску.

Трансдисциплинарность в понимании Б. Николеску становится некой новой философией познания и бытия. Целью трансдисциплинарности, с точки зрения румынского физика, является единство знания вместе с единством нашего бытия, а трансдисциплинарный подход продвигает нас за пределы мышления «или – или», которое породило антагонизмы, приведшие к проблемам в первую очередь. Логика включенного среднего позволяет нарушить эту двойственность открытым единством, которое

охватывает как Вселенную, так и человека¹. Б. Николеску вводит понятие трех столпов трансдисциплинарности: а) множественные уровни реальности и сопутствующие им уровни восприятия, б) логика включенного среднего и в) знание как сложность.

В этом же ключе написана «Хартия трансдисциплинарности», вышедшая в 1994 г. и принятая на Первом Всемирном конгрессе по трансдисциплинарности в Португалии. В этой Хартии, помимо рассмотренных выше взглядов Б. Николеску, уделяется внимание явлению трансдисциплинарной этики, основанной на дискуссии и уважении к идеологическим, научным, религиозным, политическим и философским взглядам, выдвинут ведущий тезис трансдисциплинарности: «разделяемое знание ведет к разделяемому пониманию»².

Понимание трансдисциплинарности как некоторого наддисциплинарного уровня познания характерно и для современной науки. Так, В. Nicolae Mateescu и др. подчеркивают, что трансдисциплинарность предполагает понимание современного мира путем предоставления единого знания [1].

Это направление также изложено и разработано в Русской школе трансдисциплинарности. Основатели этой школы В. С. Мокий, Т. А. Лукьянова настаивают на необходимости универсальной трансдисциплинарной методологии, языка и смыслового контекста исследования при решении многофакторной проблемы³. В. С. Мокий выдвигает системно-трансдисциплинарный подход, основой которого является философский принцип единоцентризма (принцип единства) [2]. Русская школа трансдисциплинарности является весьма авторитетной на мировой арене. Она выдвигает важнейшую функцию трансдисциплинарности – расширение научного мировоззрения, при котором ученый перестает ограничивать себя рамками какой-либо одной научной дисциплины [3].

Современный этап развитой трансдисциплинарности О. В. Шимельфениг связывается с такой ее формой, как технонаука и конвергентные технологии [4]. Эта форма основана на развитии нано-, био-, инфо-, когнитивных (NBIC) наук и технологий и особой внутренней логике развития нанотехнологий, объединении множества узкоспециализированных наук в единую систему современного научного познания [5].

Трансдисциплинарность как способ мышления, научный принцип и своеобразная логика. В целом следует отметить, что работ, в которых обсуж-

¹ См.: Voss K.-C. Review essay of Basarab Nicolescu's Manifesto of transdisciplinarity [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esoteric.msu.edu/Reviews/NicolescuReview.htm> (дата обращения: 12.01.2020).

² Хартия трансдисциплинарности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.td-science.ru/images/kart/kritik1.pdf> (дата обращения: 13.02.2020).

³ Мокий В. С., Лукьянова Т. А. Методология научных исследований. Трансдисциплинарные подходы и методы: учеб. пособие. М.: Юрайт, 2017. С. 16.

даются методологические основы трансдисциплинарности, недостаточно. Так, скажем, не дифференцированы термины «трансдисциплинарность» и «трансдисциплинарный подход», отсутствуют критерии и уровни трансдисциплинарности. Совершенно неясен вопрос о функции трансдисциплинарного подхода в научном исследовании, поскольку от ответа на этот вопрос зависит отнесение его к тому или иному уровню методологии. В связи с этим в научных исследованиях более представлено второе направление исследования трансдисциплинарности как *способа мышления, научного принципа и своеобразной логики*. Здесь выявляется большой пласт работ в сфере трансдисциплинарных исследований и логики совместного решения практических, «жизненных» проблем.

Значение этого направления емко сформулировано Академией наук Ватикана: «там, где невозможно чисто дисциплинарное или специализированное определение проблемных ситуаций и решений, применяется трансдисциплинарный подход. Эта характеристика трансдисциплинарности не указывает ни на новый (научный и/или философский) холизм, ни на трансцендентность научной системы. Представление о трансдисциплинарности должно развиваться в том направлении, чтобы проблемы могли быть решены в полном объеме, там и где это целесообразно и возможно [6].

В связи с обозначенной проблематикой вводится понятие «трансдисциплинарное исследование», основанное на участии всех заинтересованных сторон, а не только ученых, и интегративности получаемого знания. Потенциал трансдисциплинарных исследований заключается в развитии социальной ответственности участников за его результаты со стороны различных групп населения, увеличении открытости и прозрачности самих исследований, учете разрозненных и противоречивых потребностей участников, возможности реагирования на эти потребности и ориентации на институциональные реалии и амбиции [7].

Проблемы трансдисциплинарных исследований освещаются в зарубежных исследованиях S. L. T. Mcgregor⁴, A. Cole⁵, C. Landström [8], D. J. Lang и др. [9], M. Stauffacher, R. W. Scholz [10] и др.; предложена процессная модель, представляющая собой технологию трансдисциплинарных исследований (E. Becker [11]), разработана методология трансдисциплинарных

⁴ Mcgregor S. L. T. The nature of transdisciplinary research and practice [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/238606943_The_Nature_of_Transdisciplinary_Research_and_Practice (дата обращения: 15.03.2020).

⁵ Cole A. Motueka Catchment futures, transdisciplinarity, a local sustainability problématique and the Achilles-heel of Western science [Электронный ресурс]. URL: https://icm.landcareresearch.co.nz/knowledgebase/publications/public/cole_anthony_17rfc_v2.pdf (дата обращения: 17.03.2020).

исследований (K. Hollaender, M. C. Loibl⁶). Особенно много примеров трансдисциплинарных исследований имеется в медицинской литературе, где указывается на достижение пациентоориентированного ухода [12], в том числе проанализирован потенциал этого подхода для решения биомедицинских проблем, что позволяет учесть данные, являющиеся предметом деятельности другой профессиональной группы [13].

В работе K. Hollaender, M. C. Loibl, A. Wilts определены две основные задачи, стоящие перед управлением трансдисциплинарным исследованием: содействие взаимному обучению и обеспечение возможности совместного определения целей в гетерогенных командах⁷. Таким образом, авторы пришли к выводу, что трансдисциплинарное исследование способствует взаимному обогащению, трансферу компетенций его участников.

В этом ключе выполнено большое количество исследований, которые основаны на привлечении группы заинтересованных лиц, ученых, практиков для достижения консенсуса по вопросам экологии, здравоохранения, устойчивого развития биосоциальных систем. Речь идет о работах A. Cole⁸, C. Landström [8], D. J. Lang и др. [9], S. Peters, A. E. Wals [14] и др.

Указывается, что трансдисциплинарный подход подчеркивает необходимость включения как научных, так и общественных заинтересованных сторон. Однако это поднимает ряд важных вопросов: существование альтернативных типологий знаний в трансдисциплинарных исследованиях; проблемы в области неопределенности оценки качества исследований, учитывая противоречивость картин мира исследователей, занятых различными сферами деятельности [15]. Так, противоречивость потребностей наиболее ярко видна при совместном решении проблем со стороны экологов, предпринимателей и местных жителей.

Трансдисциплинарные исследования направлены на смягчение или решение сложных социальных проблем и продвижение производства научных знаний. Намечены рефлексивные подходы к трансдисциплинарным исследовательским процессам для систематического усиления потенциала их социальной эффективности [16]. Выявлены благоприятные факторы для сотрудничества ученых, практиков и социальных акторов: понимание концепций со всех сторон и наличие достаточного времени для развития сотрудничества [17].

⁶ Hollaender K., Loibl M. C., Wilts A. Management // Handbook of transdisciplinary research / ed. G. H. Hadorn. N. Y.: Springer, 2008. P. 385–397.

⁷ Там же.

⁸ Cole A. Motueka Catchment futures, transdisciplinarity, a local sustainability problématique and the Achilles-heel of Western science [Электронный ресурс]. URL: https://icm.landcareresearch.co.nz/knowledgebase/publications/public/cole_anthony_17rfc_v2.pdf (дата обращения: 17.03.2020).

Одновременно изучаются преимущества и особенности построения трансдисциплинарных проектов. В исследовании S. Hoffmann и др. рассмотрена модель, включающая пять этапов, на которых выстраиваются трансдисциплинарные проекты в различном порядке: 1) определение проблем устойчивости, 2) производство новых знаний, 3) оценка новых знаний, 4) распространение новых знаний в областях науки и практики, 5) использование новых знаний в обеих областях [18].

Особенностью трансдисциплинарных проектов является то, что они все начинаются с проблемного фокуса (в отличие от абстрактного теоретического фокуса). То есть исследовательская задача разработана таким образом, чтобы помочь решить социальную или экологическую проблему в полном объеме. В большинстве случаев исследовательские группы хорошо интегрированы в контекст проблемы, будь то в местном масштабе или в масштабе международной политики [19].

В работах современных авторов подчеркивается роль трансдисциплинарных проектов как средства демократизации знания. В этом отношении выделено два основных критерия: степень вклада знаний непрофессиональных групп, включенных в конкретный трансдисциплинарный проект, и степень явного участия недоминирующих субъектов в принятии решений процесса разработки политики или программ исследований [20].

Определенный пласт работ связан с осмыслением последствий принятия решений за научную деятельность, к примеру, есть работы, в которых учитываются не только результаты проведенного исследования, но и его экологические, экономические и социальные последствия [21].

Выделены также проблемы трансдисциплинарных исследований. Например, указывается, что бизнес имеет тенденцию доминировать в ряду различных социальных институтов, ограничивая достижение трансдисциплинарных целей, включая интеграцию исследований в области социальных наук, предоставление заинтересованным сторонам, не являющимся исследователями, более значимой роли в продвижении соответствующих исследований и улучшение обмена знаниями между различными группами заинтересованных сторон [22]. В другой работе, направленной на изучение процессуальных проблем трансдисциплинарных исследований, показано, что между участниками таких исследований возникают конфликты, приводящие к напряженности, которая ощущается на ранних стадиях и в некоторых случаях влияет на дальнейшие намерения участвовать в подобных коллективах [23].

Важной задачей в трансдисциплинарных исследованиях является передача знаний от одного участника проекта к другому. Она представляет собой сложный взаимный процесс, в ходе которого знания передаются другим участникам, но изменяются путем адаптации, обогащения и модификации [24]. Исходя из этого, важной исследовательской задачей яв-

ляется оценка трансдисциплинарного эффекта, измеряемая с помощью конкретных показателей и формул [25].

Исследования, выполненные в русле достижения консенсуса при решении проблем устойчивого биосоциального развития, представляют особый интерес. Авторы таких работ определяют трансдисциплинарное исследование как совместный процесс познания и производства, в котором участвуют ученые-представители разных дисциплин и общественные деятели, что направлено на решение сложных, реальных проблем [26–28] и др. При таком подходе трансдисциплинарность не развивается в качестве исследовательской методологии, а понимается как научно-руководящий принцип и форма организации, которая позволяет объединить различные типы знаний и включает в себя процессы совместного проектирования и совместного производства.

Философия трансдисциплинарности. Еще одним направлением исследования трансдисциплинарности является философия трансдисциплинарности, развитая в отечественной науке. Вторая Хартия трансдисциплинарности опубликована в 2009 г., она дает достаточно полное обоснование научных предпосылок и философское толкование проблемы трансдисциплинарности. В Хартии указано, что трансдисциплинарность возникает, когда по разным причинам научный разум (как в науке, так и в философии) вынужден в поисках целостности и собственной обоснованности (прояснения условий возможного опыта) осуществить трансцендирующий сдвиг в пограничную сферу с жизненным миром [29, с. 17].

В 2015 г. опубликована коллективная монография «Трансдисциплинарность в философии и науке: подходы, проблемы, перспективы» под редакцией В. Бажанова, Р. В. Шольца [30]. Широкий контекст исследования проблемы трансдисциплинарности в этой книге позволяет применять отдельные положения в образовательной практике. В книге указывается, что в решении практических задач должна происходить трансформация ценностных и этических приоритетов и способов познания, стилях мышления по линии оценки риска и ответственности за результаты научных исследований.

В отечественной философской науке проблема трансдисциплинарности развернута в нескольких основных направлениях: взаимосвязь синергетики и трансдисциплинарности, трансдисциплинарность как логическое продолжение и обобщение постнеклассики, множественность трансдисциплинарного субъекта как наблюдателя сложности, целостность знаниевой среды и др.

Понимание трансдисциплинарности как набора атрибутов и отношений содержится в работе J. Brenner, который говорит о своеобразной логике трансдисциплинарности: «Трансдисциплинарность состоит не из набора дисциплин, а из набора атрибутов или отношений, таких как трансдисци-

плинарное отношение, которое в некотором смысле является метапринципом, описывающим людей, которые открыты и используют принципы и методологию трансдисциплинарности, особенно в ее гуманистических и моральных аспектах»⁹. Продолжая идеи Б. Николеску, J. Brenner считает трансдисциплинарность тем, что находится «вне всякой дисциплины», а значит, трансдисциплинарная логика «является той, которая управляет динамикой сущностей, процессов и теорий многих отдельных дисциплин». Он говорит, что отдельные научные и философские дисциплины должны сохранить свою специфику и свою методологию, но некоторые из традиционных границ, например, между онтологией, эпистемологией и метафизикой, хотя и не исчезают, но становятся более проницаемыми, специфическими характерными точками зрения, которые обычно связывают, скажем, с онтологией как совокупностью категорий реальности, оказываются не столь уж отличными – логически – от метафизической точки зрения изучения всего сущего, как только устраняется искусственное абсолютное разделение между категориями¹⁰.

Другая точка зрения на трансдисциплинарность представлена в работе J. Mittelstrass [6]. Он рассматривает трансдисциплинарность как форму научной работы, которая возникает в случаях, связанных с решением ненаучных проблем, например, экологических, энергетических, медицинских и политических, а также внутринаучный принцип, касающийся порядка научного познания и самого научного исследования. В обоих случаях трансдисциплинарность является принципом исследования и науки, который начинает действовать там, где невозможно определить или попытаться решить проблемы в рамках предметов или дисциплин, или там, где человек выходит за пределы таких определений. Она руководит восприятием проблем и их решением, но не предстает в теоретических формах. Автор считает, что трансдисциплинарность не является методом и даже не разрабатывается в форме методологии.

Развитие идеи трансдисциплинарности обозначилось также в русле философского осмысления указанного феномена и всестороннего анализа понятия «знание».

В работах Е. Г. Гребенщиковой трансдисциплинарность рассматривается в связи с проблемой биоэтики, где она является средством проведения «гуманитарной экспертизы» для выработки взвешенной оценки экспертами в долгосрочной перспективе [31; 32].

⁹ Brenner J. The transdisciplinary logic of transdisciplinarity [Электронный ресурс] // Disciplines in dialogue. 2011. 1 September. URL: <https://www.metanexus.net/transdisciplinary-logic-transdisciplinarity/> (дата обращения: 20.03.2020).

¹⁰ Там же.

По мнению Л. П. Киященко, трансдисциплинарность имеет черты философии постнекклассического стиля мышления, что связано с ее увязкой с проблемами жизненного мира, универсальностью в обосновании принимаемого решения – его практичностью и трансфлексией морального выбора в когнитивно-коммуникативном взаимодействии¹¹.

С точки зрения Л. П. Киященко, философия трансдисциплинарности одновременно является философией инновации как фундаментального антропологического атрибута познавательной деятельности¹². Такое понимание трансдисциплинарности означает преодоление границ познания, изменение не только синтезированного продукта деятельности, но и самого субъекта познания.

В исследовании П. М. Гуреева сформулирована дефиниция категории «инновации» как трансдисциплинарной категории и представлено понимание трансдисциплинарных дисциплин как областей науки, изучающих общие свойства материального мира, всеобщие законы развития природы, общества и мышления¹³.

Трансдисциплинарная эволюция образования. В «Манифесте трансдисциплинарности» Б. Николеску рассуждает о трансдисциплинарной эволюции образования. Б. Николеску описывает четыре столпа новой формы образования: «учимся познавать», «учимся делать», «учимся жить вместе» и «учимся быть». Роль университета Б. Николеску видит в изучении всеобщего, а не отдельных разрозненных частей Вселенной. Он считает, что сильно фрагментированная мысль несовместима с исследованием мира на этой земле и утверждает, что этот факт требует не только трансдисциплинарной эволюции образования, но и трансдисциплинарной эволюции самого университета¹⁴.

И. А. Колесникова видит большие потенциальные возможности модернизации образования, связывая их с проблематикой трансдисциплинарности, при котором познание организуется определенным образом и с позиций особой логики, образуя трансдисциплинарное древо познания и матричное представление соотношения источников знания [33].

Исследователи А. Sharunova и др. отмечают, что трансдисциплинарное образование основывается на понимании взаимодействия дисциплин, в ре-

¹¹ Киященко Л. П. Язык когнитивно-коммуникативных стратегий: Синергетический аспект: дис. ... д-ра филос. наук. М., 2002. 229 с.

¹² Там же.

¹³ Гуреев П. М. Трансдисциплинарный подход к менеджменту инноваций промышленного предприятия: дис. ... д-ра экон. наук. М., 2016. С. 102.

¹⁴ См.: Voss K.-C. Review essay of Basarab Nicolescu's Manifesto of transdisciplinarity [Электронный ресурс]. URL: <http://www.esoteric.msu.edu/Reviews/NicolescuReview.htm> (дата обращения: 12.01.2020).

зультате чего специалист лучше готов к практике работы в промышленных условиях над проектом [34].

Трансдисциплинарность в образовании имеет нормативные (определение норм действий), предметные (обогащение знаниями в области решаемой проблемы) и цели социального обучения – работе в команде [35]. Трансдисциплинарная интеграция предполагает различные типы вовлеченных субъектов (основная команда, руководящий комитет, консультативный совет, научные эксперты и эксперты-практики) и различные уровни участия субъектов (информация, консультации и сотрудничество) на разных этапах процессов [36].

В докладе L. Apostel говорится о необходимости преподавания междисциплинарных дисциплин, для чего следует решить ряд задач, связанных со структурой обучения, учебными планами и методами обучения [37].

Трансдисциплинарное обучение основано на изучении языков и культур различных дисциплин, а также изучении того, как ориентироваться внутри и между дисциплинами [38].

В работе M. Hammer, T. Söderqvist показана необходимость наличия в университетских учебных программах обучения студентов критическому анализу и пониманию дисциплинарных метафор, что является конструктивным способом введения трансдисциплинарных элементов в дисциплинарные курсы и, таким образом, повышает осведомленность студентов о дисциплинарных метафорах [39].

С точки зрения В. А. Тестова, Е. А. Перминова, трансдисциплинарность в образовании основывается на математическом моделировании, дискретной математике, вычислительных процессах и искусственном интеллекте для формирования у студентов нового, наддисциплинарного способа мышления, овладения общекультурной когнитивной стратегией в решении профессиональных и транспрофессиональных задач [40].

В. Е. Жабаков, Т. В. Жабакова выделяют методы практико-ориентированной подготовки будущих педагогов физической культуры: проект, кейс, портфолио, позволяющие реализовать специфический переход от одного способа представления реальности внутри данного фрагмента знания к другому [41].

Таким образом, трансдисциплинарность, зародившись как специфическое научное явление, постепенно становится явлением образовательным на основе взаимопроникновения дисциплин и преодоления их границ. В то же время в исследованиях в сфере образования слабо рассмотрены вопросы создания целостных систем трансдисциплинарного образования, проектирования его содержания, диагностики результатов и недостаточно обосновано трансдисциплинарное образование в связи с вопросами постнеклассической науки, проектированием трансдисциплинарных образовательных технологий в решении реальных жизненных проблем.

Закключение. Представленный обзор зарубежной и российской литературы по проблемам трансдисциплинарности и трансдисциплинарного образования позволяет:

1) определить трансдисциплинарность как научную методологию, способ мышления, научный принцип и своеобразную логику;

2) выделить этапы становления идеи трансдисциплинарности в науке: предпосылочный этап (начала XX в. до 70-х гг. XX в.), оформление идей трансдисциплинарности (70-х гг. XX в.), этап первых научных концепций (с 70-х гг. XX в. – начало XXI в.); этап развитой трансдисциплинарности (настоящий момент);

3) выделить основные пути развития трансдисциплинарного образования – появление трансдисциплинарных наук провоцирует развитие трансдисциплинарных курсов: когнитивистики, нейробиологии, нейрообразовательных технологий, реализации интепрофессионального образования, а также равенство различных уровней знания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Mateescu B. N., Moraru M., Mărunțelu L. C.** Transdisciplinary Education and Human Micro Universe Decipherment – the Key to Universal knowledge // Social and behavioral sciences. 2015. Vol. 180. P. 389–394. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.02.134
2. **Мокий В. С., Лукьянова Т. А.** Социально-экономическое развитие с позиции системно-трансдисциплинарного мировоззрения // Системный анализ в экономике – 2018: материалы V Междунар. науч.-практ. конференции-биеннале (Москва, 21–23 ноября 2018 г.). М.: Прометей, 2018. С. 29–32. DOI: 10.33278/SAE-2018.rus.029-032; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36733878&pff=1>
3. **Мокий В. С., Лукьянова Т. А.** От дисциплинарности к трансдисциплинарности в понятиях и определениях // Universum: Общественные науки. 2016. № 7 (25). С. 5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26488357>
4. **Шимельфениг О. В.** Трансдисциплинарная стратегия в научном познании и образовании // Философия образования. 2020. Т. 20, № 1. С. 54–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42658325>
5. **Баксанский О. Е., Фурсов В. В.** Образование в условиях трансдисциплинарности и конвергентного социального взаимодействия // Философия образования. 2018. № 1 (74). С. 44–62. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844587>
6. **Mittelstrass J.** On transdisciplinarity // Trames. Journal of the Humanities and Social Sciences. 2011. Vol. 15, № 4. P. 329–338. DOI: 10.3176/tr.2011.4.01
7. **Verwoerd L., Klaassen P., Veen S. C. van, Wildt-Liesveld R. De, Regeer B. J.** Combining the roles of evaluator and facilitator: Assessing societal impacts of transdisciplinary research while building capacities to improve its quality // Environmental Science & Policy. 2020. Vol. 103. P. 32–40. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.10.011
8. **Landström C.** Transdisciplinary environmental research: A practical approach. Oxford, UK: University of Oxford, 2017. 110 p. DOI: 10.1007/978-3-319-62846-2
9. **Lang D. J., Wiek A., Bergmann M., Stauffacher M., Martens P., Moll P., Swilling M., Thomas C. J.** Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges // Sustainability Science. 2012. Vol. 7 (Suppl. 1). P. 25–43. DOI: 10.1007/s11625-011-0149-x

10. **Stauffacher M., Scholz R.W.** Transdisziplinäre Lehrforschung am Beispiel der Fallstudien der ETH Zürich // Technikfolgen abschätzen lehren: Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 2012. S. 277–291. DOI: 10.1007/978-3-531-93468-6_15
11. **Becker E.** Problem transformations in transdisciplinary research // Unity of knowledge in transdisciplinary research for sustainability / ed. G. H. Hadorn. Oxford, UK: EOLSS, 2006.
12. **Mueller S. K.** Transdisciplinary coordination and delivery of care // Seminars in Oncology Nursing. 2016. Vol. 32, Issue 2. P. 154–163. DOI: 10.1016/j.soncn.2016.02.009
13. **Ciesielski T. H., Aldrich M. C., Marsit C. J., Hiatt R. A., Williams S. M.** Transdisciplinary Approaches Enhance the Production of Translational Knowledge // Translational Research. 2017. Vol. 182. P. 123–134. DOI: 10.1016/j.trsl.2016.11.002
14. **Peters S., Wals A. E.** Learning and knowing in pursuit of sustainability: Concepts and tools for trans-disciplinary environmental research // Trading Zones in environmental education: creating transdisciplinary dialogue / ed. M. Krasny, J. Dillon. N. Y.: Peter Lang, 2013. P. 79–104.
15. **Brennan M., Rondón-Sulbarán J.** Transdisciplinary research: exploring impact, knowledge and quality in the early stages of a sustainable development project // World development. 2019. Vol. 122 (4). P. 481–491. DOI: 10.1016/j.worlddev.2019.06.001
16. **Lux A., Schäfer M., Bergmann M., Jahn T., Theiler L.** Societal effects of transdisciplinary sustainability research – How can they be strengthened during the research process? // Environmental Science & Policy. 2019. Vol. 101. P. 183–191. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.012
17. **Ahlström H., Williams A., Vildåsen S. S.** Enhancing systems thinking in corporate sustainability through a transdisciplinary research process // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 256. P. 120691. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120691
18. **Hoffmann S., Klein J. T., Pohl C.** Linking transdisciplinary research projects with science and practice at large: Introducing insights from knowledge utilization // Environmental Science & Policy. 2019. Vol. 102. P. 36–42. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.011
19. **Belcher B., Claus R., Davel R., Ramirez L. F.** Linking transdisciplinary research characteristics and quality to effectiveness: A comparative analysis of five research-for-development projects // Environmental Science & Policy. 2019. Vol. 101. P. 192–203. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.013
20. **Bunders J. F. G., Broerse J. E. W., Keil F., Pohl Ch., Scholz R. W., Zweekhorst B. M.** How can transdisciplinary research contribute to knowledge democracy? // Knowledge democracy-consequences for science, politics and media / ed. R. J. Veld. Heidelberg: Springer, 2010. P. 125–152. DOI: 10.1007/978-3-642-11381-9_11
21. **Smetschka B., Gaube V.** Co-creating formalized models: Participatory modelling as method and process in transdisciplinary research and its impact potentials // Environmental Science & Policy. 2020. Vol. 103. P. 41–49. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.10.005
22. **Holzer J. M., Adamescu C. M., Cazacu C., Díaz-Delgado R., Orenstein D. E.** Evaluating transdisciplinary science to open research-implementation spaces in European social-ecological systems // Biological Conservation. 2019. Vol. 238. P. 108228. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.108228
23. **Thompson M. A., Owen S., Lindsay J. M., Leonard G. S., Cronin S. J.** Scientist and stakeholder perspectives of transdisciplinary research: Early attitudes, expectations, and tensions // Environmental Science & Policy. 2017. Vol. 74. P. 30–39. DOI: 10.1016/j.envsci.2017.04.006
24. **Nagy E., Ransiek A., Schäfer M., Lux A., Theiler L.** Transfer as a reciprocal process: How to foster receptivity to results of transdisciplinary research // Environmental Science & Policy. 2020. Vol. 104. P. 148–160. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.11.007
25. **Kogitkov N., Dukhanov A., Bochenina K.** Modeling knowledge transfer and the transdisciplinary effect on project-based learning activities procedia // Computer Science. 2016. Vol. 80. P. 1989–1999. DOI: 10.1016/j.procs.2016.05.519

26. **Zscheischler J., Rogga S., Busse M.** The adoption and implementation of transdisciplinary research in the field of land-use science – a comparative case study // *Sustainability*. 2017. Vol. 9. P. 1–20. DOI: 10.3390/SU9111926
27. **Pearce B. B., Ejderyan O.** Joint problem framing as reflexive practice: Honing a transdisciplinary skill // *Sustainability Science*. 2019. Vol. 15. P. 683–698. DOI: 10.1007/s11625-019-00744-2
28. **Restrepo M., Lelea M., Kaufmann B.** Evaluating knowledge integration and co-production in a 2-year collaborative learning process with smallholder dairy farmer groups // *Sustainability Science*. 2018. Vol. 13. P. 1265–1286. DOI: 10.1007/s11625-018-0553-6
29. **Киященко Л. П., Моисеев В. И.** Философия ттрансдисциплинар-ности: монография. М.: ИФ РАН, 2009. 205 с.
30. Трансдисциплинарность в философии и науке: подходы, проблемы, перспективы: коллективная монография / под ред. В. Бажанова, Р. В. Шольца. М.: Навигатор, 2015. 564 с.
31. **Гребенщикова Е. Г.** Трансдисциплинарная парадигма в биоэтике // *Знание. Понимание. Умение*. 2010. № 2. С. 79–83. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15165609>
32. **Гребенщикова Е. Г.** Философско-методологическое обоснование трансдисциплинарной парадигмы в биоэтике: автореф. дис. ... д-ра филос. наук. М., 2012. 42 с.
33. **Колесникова И. А.** Трансдисциплинарная стратегия исследования непрерывного образования // *Непрерывное образование: XXI век*. 2014. № 4 (8). С. 14–36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22673855>
34. **Sharunova A., Butt M., Qureshi A. Q.** Transdisciplinary design education for engineering undergraduates: Mapping of Bloom's taxonomy cognitive domain across design stages // *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 70. P. 313–318. DOI: 10.1016/J.PROCIR.2018.02.042
35. **Schmidt L., Falk T., Siegmund-Schultze M., Spangenberg J. H.** The objectives of stakeholder involvement in transdisciplinary research. A conceptual framework for a reflective and reflexive practise // *Ecological Economics*. 2020. Vol. 176. P. 106751. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106751
36. **Hoffmann S., Pohl C., Hering J. G.** Exploring transdisciplinary integration within a large research program: Empirical lessons from four thematic synthesis processes // *Research Policy*. 2017. Vol. 46, Issue 3. P. 678–692. DOI: 10.1016/j.respol.2017.01.004
37. **Apostel L.** Interdisciplinary. Problems of teaching and research in universities. Paris: OECD, 1972. 321 p.
38. **Nash J. M.** Transdisciplinary training: Key components and prerequisites for success // *American Journal of Preventive Medicine*. 2008. Vol. 35, Issue 2. P. 133–140. DOI: 10.1016/j.amepre.2008.05.004
39. **Hammer M., Söderqvist T.** Enhancing transdisciplinary dialogue in curricula development // *Ecological Economics*. 2001. Vol. 38, issue 1. P. 1–5. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00168-9
40. **Тестов В. А., Перминов Е. А.** Роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования // *Образование и наука*. 2021. Т. 23, № 3. С. 11–34. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-3-11-34; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45272882>
41. **Жабаков В. Е., Жабакова Т. В.** Трансдисциплинарные методы практико-ориентированной подготовки будущих педагогов физической культуры // *Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета*. 2021. № 3 (163). С. 65–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47247492>

REFERENCES

1. Mateescu B. N., Moraru M., Măruțelu L. C. Transdisciplinary education and human micro universe decipherment – the key to universal knowledge procedia. *Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 180, pp. 389–394. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.02.134
2. Moki V. S., Lukyanova T. A. Socio-economic development from the position of a system-transdisciplinary worldview. *System analysis in economics* – 2018: materials of the V Intern. scien-

- tific-practical. Conf.-Biennale (Moscow, November 21–23, 2018). Moscow: Prometheus Publ., 2018, pp. 29–32. DOI: 10.33278/SAE-2018.rus.029-032; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36733878&pf=1> (In Russian)
3. Moki V. S., Lukyanova T. A. From discipline to transdisciplinarity in concepts and definitions. *Universum: Social Sciences*, 2016, no. 7 (25), p. 5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26488357> (In Russian)
 4. Shimelfenig O. V. Transdisciplinary strategy in scientific knowledge and education. *Philosophy of Education*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 54–67. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42658325> (In Russian)
 5. Baksansky O. E., Fursov V. V. Education in the conditions of transdisciplinarity and convergent social interaction. *Philosophy of Education*, 2018, no. 1 (74), pp. 44–62. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32844587> (In Russian)
 6. Mittelstrass J. On transdisciplinarity. *Trames. Journal of the Humanities and Social Sciences*, 2011, vol. 15, no. 4, pp. 329–338. DOI: 10.3176/tr.2011.4.01
 7. Verwoerd L., Klaassen P., Veen S. C. van, Wildt-Liesveld R. De, Regeer B. J. Combining the roles of evaluator and facilitator: Assessing societal impacts of transdisciplinary research while building capacities to improve its quality. *Environmental Science & Policy*, 2020, vol. 103, pp. 32–40. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.10.011
 8. Landström C. *Transdisciplinary environmental research: A practical approach*. Oxford, UK: University of Oxford Publ., 2017, 110 p. DOI: 10.1007/978-3-319-62846-2
 9. Lang D. J., Wiek A., Bergmann M., Stauffacher M., Martens P., Moll P., Swilling M., Thomas C. J. Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 2012, vol. 7 (Suppl. 1), pp. 25–43. DOI: 10.1007/s11625-011-0149-x
 10. Stauffacher M., Scholz R. W. Transdisziplinäre Lehrforschung am Beispiel der Fallstudien der ETH Zürich. *Technikfolgen abschätzen lehren: Bildungspotenziale transdisziplinärer Methoden*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 2012, pp. 277–291. DOI: 10.1007/978-3-531-93468-6_15
 11. Becker E. Problem transformations in transdisciplinary research. *Unity of knowledge in transdisciplinary research for sustainability*. Ed. G. H. Hadorn. Oxford, UK: EOLSS Publ., 2006.
 12. Mueller S. K. Transdisciplinary coordination and delivery of care. *Seminars in Oncology Nursing*, 2016, vol. 32, Issue 2, pp. 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.soncn.2016.02.009>
 13. Ciesielski T. H., Aldrich M. C., Marsit C. J., Hiatt R. A., Williams S. M. *Transdisciplinary Approaches Enhance the Production of Translational Knowledge*. *Translational Research*, 2017, vol. 182, pp. 123–134. DOI: 10.1016/j.trsl.2016.11.002
 14. Peters S., Wals A. E. Learning and knowing in pursuit of sustainability: Concepts and tools for trans-disciplinary environmental research. *Trading Zones in environmental education: creating transdisciplinary dialogue*. Ed. M. Krasny, J. Dillon. New York: Peter Lang Publ., 2013, pp. 79–104.
 15. Brennan M., Rondón-Sulbarán J. Transdisciplinary research: exploring impact, knowledge and quality in the early stages of a sustainable development project. *World Development*, 2019, vol. 122 (4), pp. 481–491. DOI: 10.1016/j.worlddev.2019.06.001
 16. Lux A., Schäfer M., Bergmann M., Jahn T., Theiler L. Societal effects of transdisciplinary sustainability research – How can they be strengthened during the research process? *Environmental Science & Policy*, 2019, vol. 101, pp. 183–191. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.012
 17. Ahlström H., Williams A., Vildåsen S. S. Enhancing systems thinking in corporate sustainability through a transdisciplinary research process. *Journal of Cleaner Production*, 2020, vol. 256, p. 120691. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120691
 18. Hoffmann S., Klein J. T., Pohl C. Linking transdisciplinary research projects with science and practice at large: Introducing insights from knowledge utilization. *Environmental Science & Policy*, 2019, vol. 102, pp. 36–42. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.011

19. Belcher B., Claus R., Davel R., Ramirez L. F. Linking transdisciplinary research characteristics and quality to effectiveness: A comparative analysis of five research-for-development projects. *Environmental Science & Policy*, 2019, vol. 101, pp. 192–203. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.08.013
20. Bunders J. F. G., Broerse J. E. W., Keil F., Pohl Ch., Scholz R. W., Zweckhorst B. M. How can transdisciplinary research contribute to knowledge democracy? *Knowledge democracy-consequences for science, politics and media*; Ed. R. J. Veld. Heidelberg: Springer Publ., 2010, pp. 125–152. DOI: 10.1007/978-3-642-11381-9_11
21. Smetschka B., Gaube V. Co-creating formalized models: Participatory modeling as a method and process in transdisciplinary research and its impact potentials. *Environmental Science & Policy*, 2020, vol. 103, pp. 41–49. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.10.005
22. Holzer J. M., Adamescu C. M., Cazacu C., Díaz-Delgado R., Orenstein D. E. Evaluating transdisciplinary science to open research-implementation spaces in European social-ecological systems. *Biological Conservation*, 2019, vol. 238, p. 108228. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.108228
23. Thompson M. A., Owen S., Lindsay J. M., Leonard G. S., Cronin S. J. Scientist and stakeholder perspectives of transdisciplinary research: Early attitudes, expectations, and tensions. *Environmental Science & Policy*, 2017, vol. 74, pp. 30–39. DOI: 10.1016/j.envsci.2017.04.006
24. Nagy E., Ransiek A., Schäfer M., Lux A., Theiler L. Transfer as a reciprocal process: How to foster receptivity to results of transdisciplinary research. *Environmental Science & Policy*, 2020, vol. 104, pp. 148–160. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.11.007
25. Kogtikov N., Dukhanov A., Bochenina K. Modeling knowledge transfer and the transdisciplinary effect on project-based learning activities procedure. *Computer Science*, 2016, vol. 80, pp. 1989–1999. DOI: 10.1016/j.procs.2016.05.519
26. Zscheischler J., Rogga S., Busse M. The adoption and implementation of transdisciplinary research in the field of land-use science – a comparative case study. *Sustainability*, 2017, vol. 9, pp. 1–20. DOI: 10.3390/SU9111926
27. Pearce B. B., Ejderyan O. Joint problem framing as reflexive practice: Honing a transdisciplinary skill. *Sustainability Science*, 2019, vol. 15, pp. 683–698. DOI: 10.1007/s11625-019-00744-2
28. Restrepo M., Lelea M., Kaufmann B. Evaluating knowledge integration and co-production in a 2-year collaborative learning process with smallholder dairy farmer groups. *Sustainability Science*, 2018, vol. 13, pp. 1265–1286. DOI: 10.1007/s11625-018-0553-6
29. Kiyashchenko L. P., Moiseev V. I. Philosophy of transdisciplinarity: a monograph. Moscow: IF RAN Publ., 2009, 205 p. (In Russian)
30. *Transdisciplinarity in philosophy and science: approaches, problems, prospects*: a collective monograph. Ed. V. Bazhanov, R. V. Scholz. Moscow: Navigator Publ., 2015, 564 p. (In Russian)
31. Grebenshchikova E. G. Transdisciplinary paradigm in bioethics. *Knowledge. Understanding. Skill*, 2010, no. 2, pp. 79–83. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15165609> (In Russian)
32. Grebenshchikova E. G. Philosophical and methodological substantiation of the transdisciplinary paradigm in bioethics: author's of diss. ... Doctor of Philosophical Sciences. Moscow, 2012, 42 p. (In Russian)
33. Kolesnikova I. A. Transdisciplinary strategy for the study of continuing education. *Continuous Education: XXI Century*, 2014, no. 4 (8), pp. 14–36. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22673855> (In Russian)
34. Sharunova A., Butt M., Qureshi A. Q. Transdisciplinary design education for engineering undergraduates: Mapping of Bloom's taxonomy cognitive domain across design stages. *Procedia CIRP*, 2018, vol. 70, pp. 313–318. DOI: 10.1016/J.PROCIR.2018.02.042
35. Schmidt L., Falk T., Siegmund-Schultze M., Spangenberg J. H. The objectives of stakeholder involvement in transdisciplinary research. A conceptual framework for a reflective and reflexive practice. *Ecological Economics*, 2020, vol. 176, p. 106751. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106751

36. Hoffmann S., Pohl C., Hering J. G. Exploring transdisciplinary integration within a large research program: Empirical lessons from four thematic synthesis processes. *Research Policy*, 2017, vol. 46, Issue 3, pp. 678–692. DOI:10.1016/j.respol.2017.01.004
37. Apostel L. *Interdisciplinary. Problems of teaching and research in universities*. Paris: OECD, 1972, 321 p.
38. Nash J. M. Transdisciplinary training: Key components and prerequisites for success. *American Journal of Preventive Medicine*, 2008, vol. 35, Issue 2, pp. 133–140. DOI: 10.1016/j.amepre.2008.05.004
39. Hammer M., Söderqvist T. Enhancing transdisciplinary dialogue in curricula development. *Ecological Economics*, 2001, vol. 38, Issue 1, pp. 1–5. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00168-9
40. Testov V. A., Perminov E. A. The role of mathematics in the transdisciplinarity of the content of modern education. *Education and Science*, 2021, vol. 23, no. 3, pp. 11–34. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-3-11-34; URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45272882> (In Russian)
41. Zhabakov V. E., Zhabakova T. V. Transdisciplinary methods of practice-oriented training of future teachers of physical culture. *Bulletin of the South Ural State Humanitarian and Pedagogical University*, 2021, no. 3 (163), pp. 65–76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47247492> (In Russian)

Информация об авторе

О. В. Крежевских, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры дошкольного и социального образования, директор Института психологии и педагогики, Шадринский государственный педагогический университет (641870, Курганская область, Шадринск, ул. Ленина, 10).

Information about the author

Olga V. Krezhevskikh, Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of preschool and social education, Dean of the faculty of education, Shadrinsk State Pedagogical University (641870, Kurgan region, Shadrinsk, Lenin Str., 10).

Поступила: 30.01.2022

Received: January 30, 2022

Одобрена после рецензирования: 13.02.2022

Approved after review: February 13, 2022

Принята к публикации: 14.02.2022

Accepted for publication: February 14, 2022