
ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ

УДК [378.011.33:5]:378.026.5

DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-9-30

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА РЕАЛИЗАЦИИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Е. А. Перминов

*Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург, Россия.
E-mail: perminov_ea@mail.ru*

В. А. Тестов

*Вологодский государственный университет, Вологда, Россия.
E-mail: vladafan@inbox.ru*

Аннотация. *Введение.* В модернизации современного образования ведущую роль начинает играть междисциплинарный подход, основанный на углублении связей образования с наукой, что является сегодня наиболее острой проблемой в условиях лавинообразного роста научной информации. В основе реализации междисциплинарного подхода лежит методология моделирования с использованием информационных технологий как методология новой постиндустриальной ступени научной культуры исследований в цифровую эпоху, имеющая фундаментальное значение и в подготовке современных педагогов.

Цель статьи – исследовать аспекты методологии моделирования с использованием информационных технологий в реализации междисциплинарного подхода в подготовке студентов педагогических направлений.

Методология и методики. В исследовании использовались методология моделирования, системный подход, анализ и обобщение результатов работ по реализации междисциплинарного, культурологического и метапредметного подходов в образовании.

Результаты и научная новизна. Проведен анализ междисциплинарного подхода/интеграции как ведущей тенденции в постиндустриальном образовании. Обосновано, что междисциплинарность подготовки, реализуемая на основе методологии моделирования, имеет фундаментальное значение в формировании у студентов общекультурных научных представлений и в осознании ими науки как идеала единого научного знания. Исследованы различные аспекты модернизации подготовки студентов педагогических

направлений на основе методологии моделирования, определены основные особенности реализации культурологического и метапредметного подходов в отборе содержания профильной подготовки будущих педагогов. Выявлено, что в реализации междисциплинарного подхода важная роль принадлежит междисциплинарным курсам. Обоснованы дидактические и методические принципы разработки теоретико-модельных междисциплинарных курсов для студентов – будущих педагогов. Показано, что в соответствии с методологией моделирования главной дидактической целью таких курсов является обучение *реализации этапов* решения задач исследования (объектов процессов или явлений) с использованием информационных технологий.

Практическая значимость. Материалы статьи вносят свой вклад в реализацию междисциплинарного подхода в модернизации подготовки студентов педагогических направлений и будут интересны как теоретикам образования, так и преподавателям, ведущим профессиональную подготовку студентов педагогических направлений и всем, кто заинтересован в благополучном будущем системы образования.

Ключевые слова: фундаментальность образования, принцип культуросообразности, метапредметность, математическое моделирование, междисциплинарные курсы.

Благодарности. Авторы благодарят анонимных рецензентов, ознакомившихся со статьей и сделавших ценные замечания, позволившие улучшить ее качество.

Для цитирования: Перминов Е. А., Тестов В. А. Методология моделирования как основа реализации междисциплинарного подхода в подготовке студентов педагогических направлений // Образование и наука. 2020. Т. 22, №6. С. 9–30. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-9-30

MODELLING METHODOLOGY AS THE BASIS FOR IMPLEMENTATION OF AN INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE TRAINING OF STUDENTS OF PEDAGOGICAL SPECIALTIES

E. A. Perminov

Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia.
E-mail: perminov_ea@mail.ru

V. A. Testov

Vologda State University, Vologda, Russia.
E-mail: vladafan@inbox.ru

Abstract. Introduction. Nowadays, according to the tendencies of education modernisation, an interdisciplinary approach is taking a leading role, based

on deepening the links between education and science, which is the most acute problem in the conditions of large amounts of scientific information. The implementation of the interdisciplinary approach is based on the methodology of modelling using information technologies, as a methodology of a new post-industrial stage of scientific culture of research in the digital age, which is of fundamental importance in modern teacher training.

The *aim* of the present article is to investigate the aspects of modelling methodology using information technologies in the implementation of an interdisciplinary approach in the training of students of pedagogical specialties.

Methodology and research methods. In the course of the research, a modelling methodology, a systematic approach, the analysis and generalisation of the results of academic works on the implementation of interdisciplinary, cultural, and meta-subject approaches in education were employed.

Results and scientific novelty. The authors conducted the analysis of interdisciplinary approach (interdisciplinary integration) as a leading trend in post-industrial education. It is justified that interdisciplinary training, implemented on the basis of modelling methodology, is of fundamental importance in the formation of general-cultural scientific ideas among students and in their awareness of science as the ideal scientific knowledge. Various aspects of modernisation of teacher training based of modelling methodology are investigated. The main peculiarities of implementation of cultural and meta-subject approaches in the selection of the content of profile training of future teachers are identified. It is revealed that interdisciplinary courses play an important role in the implementation of the interdisciplinary approach. The didactic and methodological principles for the development of model-theoretical interdisciplinary courses for future teachers are established. It is demonstrated that in accordance with the modelling methodology, the main didactic goal of such courses is to teach the implementation of stages for investigating solutions of research problems (objects of processes or phenomena) using information technologies.

Practical significance. The materials of the article contribute to the implementation of the interdisciplinary approach in the content of training of students of pedagogical specialties. Also, the research findings might be useful for both theorists of education and for teachers, who are engaged in professional training of students of pedagogical specialties, and all those who are interested in the further development of educational system.

Keywords: fundamentals of education, the principle of cultural conformity, metasubject, mathematical modelling, interdisciplinary courses.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the anonymous reviewers for their careful reading and many insightful comments and suggestions, which significantly improved and clarified this manuscript.

For citation: Perminov E. A., Testov V. A. Modelling methodology as the basis for implementation of an interdisciplinary approach in the training of students of pedagogical specialties. *The Education and Science Journal*. 2020; 22 (6): DOI: 10.17853/1994-5639-2020-6-9-30

Введение

В современном постиндустриальном обществе назрела необходимость в модернизации сложившейся в стране практики профессиональной подготовки кадров. Существенно преобразился мир профессий: он стал более динамичным, неопределенным, непредсказуемым. Одни профессии постепенно исчезают, другие – трансформируются, третьи, совершенно новые, – только возникают и оформляются.

Таким образом, в постиндустриальном обществе, характеризующемся динамической нестабильностью, полученная профессия (специальность) нередко оказывается невостребованной. Такая профессиональная депривация, как отмечает Э. Ф. Зеер, для некоторых групп специальностей достигает 80% [1]. Поэтому само понятие «профессия» утратило свое первоначальное значение как область общественного разделения труда, существенной характеристикой которого являлась системная определенность, конкретные формы и виды деятельности, законченный результат. В результате трех профессиональных революций [2] возникло понятие транспрофессионализма [3], важного в подготовке профессионально мобильных работников, способных переходить от выполнения одних производственных и общественных функций к другим.

Происходящие процессы не могли не затронуть и профессию учителя, которая характеризуется большой многогранностью видов деятельности, умением переключаться между ними. Профессия учителя предполагает: умение донести знание своего предмета до ученика, умение оказывать целенаправленное воспитательное воздействие на учащихся, владение коммуникативными навыками. В современных условиях у учителя-предметника и педагога профессионального обучения появились дополнительные виды деятельности: анализ информации и особенностей смежных областей, использование современных цифровых образовательных технологий, знание основных принципов моделирования реальных объектов и процессов с применением информационных технологий (ИТ), готовность руководить междисциплинарными учебными проектами.

В обеспечении такой многогранности профессиональной деятельности педагогов важную роль играет междисциплинарность их подготовки в вузах и колледжах (техникумах), интеграции в такой подготовке идей и методов из различных областей науки.

Современная наука переживает довольно сложный период качественной трансформации, в ходе которой ее авангардные отрасли перешли в новую стадию, которую В. С. Степин предложил называть *постнеклассической* [4]. Естественно, этот процесс имеет фундаментальное значение не только для науки, но и для образования как источник новых идей и подходов для разработки стратегий его модернизации. Постнеклассической науке должен соответствовать и постнеклассический тип образования, основанный прежде всего на углублении связи образования с наукой. Для современного общества такая связь является системообразующей. При этом эволюция науки в результате ее сложной качественной трансформации [5, 6] в известном смысле является ключом к коренной перестройке образования на основе междисциплинарного подхода.

Как отмечают многие ученые, ситуация с образованием в значительной степени продолжает оставаться критической. При этом «кризис современной системы образования в немалой степени обусловлен узкопрагматическими установками, ориентацией на узкодисциплинарный подход, жесткое разграничение гуманитарных и естественнонаучных дисциплин» [7, с. 5]. Отсюда вытекает закономерный вывод о том, что «следствием этого разграничения являются не только фрагментарность видения реальности, но и ее деформация, что в условиях нарождающегося постиндустриального информационного общества не позволяет людям адекватно реагировать на обостряющийся кризис» [там же].

Вызывает беспокойство сложившийся стиль подготовки школьников, который складывается в рамках утилитарно-практического обучения и который отвечает сиюминутному запросу «натаскивания» на тесты ЕГЭ вместо полноценного обучения. В результате по-прежнему «над учителем и школьником довлеют рекомендации работать с установившимся инструктивным материалом» [8, с. 13], в том числе и для подготовки к ЕГЭ. Например, выполнение привычных операций на множестве действительных чисел и инструкции по тождественному преобразованию привычных алгебраических выражений. В таком случае не приходится говорить о формировании у учащихся общеобразовательных, метапредметных представлений, их роли в раскрытии способностей каждого ученика. А развитие умения будущих педагогов формировать у учащихся такие представления, развивать у них аналитические способности и критическое мышление является одной из важнейших компонент в становлении будущего педагога в постиндустриальном цифровом обществе.

Проблемы усугубляются тем, что в результате лавинообразного распространения информационных технологий и внедрения их без достаточной подготовки в процесс обучения формируется так называемое «цифровое» поколение. Стремительно растет число новых видов болезненных зависимостей от компьютерных игр и Интернета (Google-эффект (цифровая амнезия), цифровое слабоумие).

Ведущей тенденцией в современном образовании закономерно становится *междисциплинарный подход*, известный также под названием *междисциплинарной интеграции*, особенно важный как в подготовке профессионалов в традиционном смысле этого термина, так и в подготовке транспрофессионалов [3]. Следует отметить и все более возрастающую популярность междисциплинарного подхода в высшем образовании за рубежом. Именно по этой причине «ключевым фактором успеха стран, сумевших за 2–3 десятилетия перейти из разряда отстающих по качеству образования в разряд весьма успешных, стали их усилия по улучшению отбора и совершенствованию подготовки будущих учителей» [9, с. 16].

На современных педагогов возлагается особая ответственность. В современном цифровом мире они должны уметь находить комплексные эффективные профессиональные решения на основе *междисциплинарного синтеза* знаний и межпрофессиональной коммуникации для формирования общеобразовательной культуры учащихся, развития у них различных видов мыш-

ления. При этом сам педагог должен обладать не только базовой предметной подготовкой, но и соответствующей профильной междисциплинарной подготовкой, т.е. должен сам быть профессионалом (транспрофессионалом).

Однако первые результаты реализации нацпроекта «Образование» сводятся пока лишь к уточнению принципов распределения ресурсов на конкурсной основе и выставлению требований к образовательным учреждениям. Кроме того, в его разделе 4.5 Федеральный проект «Учитель будущего» идет речь только о повышении квалификации педагогических работников, а не о системной модернизации подготовки будущих учителей в вузах, в частности, в педагогических вузах, число которых уменьшилось до предела.

Здесь следует сослаться на важнейший тезис М. Барбера и М. Муршеда о том, что «качество системы образования не может быть выше качества работающих в ней учителей» [9, с. 14]. Это в полной мере относится и к качеству подготовки педагогов профессионального обучения, которые несут наибольшую ответственность за подготовку квалифицированного современного «мобильного» рабочего, т.е. рабочего, способного переходить от выполнения одних производственных функций к другим и даже менять свой профиль работы. Как следует из анализа работы [10], междисциплинарность подготовки педагогов профессионального обучения, реализуемая на основе методологии моделирования, особенно важна в обеспечении взаимной обусловленности педагогического и производственного процессов.

Методология моделирования широко используется во многих научных исследованиях [11]. В ее основе – обобщенные системы междисциплинарных знаний различных наук, играющие фундаментальную роль как в научных исследованиях, так и в образовании.

Идеи и методы компьютерного, математического, технологического и других видов моделирования, которые легли в основу научных экспериментов для проверки гипотез, показали его эффективность не только в физике, химии, биологии, но и в экономике, социологии и других науках. Поэтому важно отразить эти идеи и методы в содержании обучения студентов педагогических направлений, несущих основную ответственность за подготовку обучающихся в школах и колледжах (техникумах).

Методология моделирования может обеспечить, с одной стороны, устойчивую связь науки, образования и производства, а с другой стороны, обеспечить реализацию междисциплинарности образования.

Таким образом, проблема исследования применения в образовании методологии моделирования как основы обобщенной системы знаний различных наук является актуальной, в том числе и для исследования путей реализации междисциплинарного подхода в подготовке студентов педагогических направлений – будущих учителей и педагогов профессионального обучения.

Решение этой задачи поможет перейти от подготовки в основном узких специалистов в конкретных областях профессиональных знаний – к подготовке современных профессионалов, в том числе педагогов, которые обладали бы всеми компетенциями, необходимыми для эффективной инновационной деятельности на стратегически важных направлениях развития науки, производства и образования.

Обзор литературы

Начиная со времен Древней Греции дифференциация научного знания потребовала междисциплинарной интеграции. С тех пор феномен междисциплинарной интеграции в подготовке учащихся стал чрезвычайно многогранным, поэтому среди исследователей этого феномена отсутствует единое представление о понятиях «межпредметность», «междисциплинарность», «междисциплинарный подход» и др. Большинство исследователей междисциплинарность характеризует свойствами интегративности дисциплин, основанными на переносе методов исследований из одной дисциплины в другую.

Междисциплинарная интеграция базируется на достаточно исследованной в педагогике идее комплексного подхода в обучении, который предполагает выстраивание связей между отдельными учебными предметами. Фундаментальное значение выстраивания связей между предметами подчеркивал русский мыслитель Д. И. Писарев. В работе [12, с. 131] в 1863 г. он писал о системе образования того времени: «...различные предметы не связываются в общий цикл знаний, не поддерживают друг друга, а стоят каждый сам по себе, стараясь вытеснить своего соседа». Прошло уже полтора века, но обрисованная Д. И. Писаревым ситуация кардинально не изменилась, несмотря на определенные успехи в реализации междисциплинарной интеграции в процессе подготовки в среднем и высшем профессиональном образовании.

Важно отметить, что наиболее распространенным в комплексном подходе еще в прошлом веке был недостаток, связанный с «выстраиванием формальных связей между учебными дисциплинами без учета их содержательного своеобразия» [13, с. 47]. При этом комплексный подход не создавал условий для изучения фундаментальных наук, и в результате «учащиеся и студенты не смогли получать глубокие знания по отдельным академическим дисциплинам» [там же, с. 47]. Обучение некоторым базовым учебным дисциплинам – математике, физике, русскому языку и другим модернизировалось в ущерб их внутренней логике. Тем самым не обеспечивалась фундаментальность подготовки, основанная на стержневых, системообразующих, методологически значимых знаниях, наиболее ярко отразившихся в методологии моделирования с использованием компьютера. В отличие от конкретных, иногда «сиюминутных» знаний и фактов они меняются очень медленно и «живут» очень долго. В связи с необходимостью обеспечения фундаментальности подготовки студентов отметим, что ректор МГУ им. М. В. Ломоносова В. А. Садовничий называет эталонным лишь фундаментальное образование, главной целью которого служит распространение научного знания как части мировой культуры [14].

Широко обсуждаемым подходом в междисциплинарной интеграции является метапредметный подход в отечественной педагогике, который получил развитие в конце XX века в работах Ю. В. Громыко, А. В. Хуторского и др. [15, 16] и в 2008 году стал одним из ориентиров новых образовательных стандартов подготовки в школе.

Распространение идей и методов метапредметного подхода породило метапредметные понятия – своего рода «столпы», которые представляют

«примеры метапредметного содержания, которое хотя и принадлежит определённой науке или учебному предмету, но выводит человека за его рамки к неким первоединым основам» [16]. В условиях широкого распространения методологии моделирования особенно важными понятиями для подготовки будущих педагогов стали математическая модель, алгоритм, изоморфизм и ряд других. Помимо такого рода общенаучных понятий к метапредметным результатам обучения относится и формирование у будущих педагогов математических схем мышления (логических, алгоритмических, комбинаторных, образно-геометрических) [17]. Введение метапредметного подхода в школьном образовании и, как следствие, широкое использование его в подготовке будущих педагогов – попытка осторожно, постепенно, без всяких резких революционных реформ развернуть школьное и педагогическое образование навстречу новым вызовам и потребностям XXI века.

На современном этапе развитию междисциплинарности образования способствует культурологический подход. Особенно он важен в преодолении диспропорций, возникших в двух основных диаметрально противоположных направлениях стратегических целей образования, от выбора которых будет зависеть будущее России [18]. Первое направление связано с раскрытием способностей каждого ученика, развитием аналитических способностей и критического мышления, воспитанием личности, готовой к жизни в высокотехнологичном, конкурентном мире, второе направление нацелено на подготовку потребителя, способного квалифицированно пользоваться результатами творчества других, готового для жизни в «обществе навыков».

Методология и методы

Методологической, историко-философской и психолого-педагогической основой проведенного исследования послужили системный, междисциплинарный, культурологический и метапредметный подходы в образовании.

В ходе исследования были проанализированы работы по проблемам методологии моделирования, реформирования образования в условиях его цифровизации; проведен сравнительно-сопоставительный анализ философской, психолого-педагогической, математической и методической литературы по проблеме исследования с глубиной поиска 15 лет.

Результаты исследования и обсуждение

1. *Значение теоретико-модельных понятий в реализации междисциплинарности содержания подготовки студентов педагогических направлений.*

Наиболее характерной особенностью научно-технического прогресса является постоянный рост объема различной научной информации. Поэтому сложившиеся системы научного знания и образования периодически испытывали кризисы, вызванные «переполнением информацией» и необходимостью искать новые оптимальные способы ее переработки и передачи.

В результате очередного кризиса, вызванного «переполнением информацией», усложнялась структура и самой науки. В ней возникали новые эле-

менты, формирующиеся на основе новых научных идей, свидетельствующих о том, что возможность прежних способов исследования уже исчерпана (например, аксиоматический метод в математике, классическая механика Ньютона в физике). В результате возникали новые научные отрасли и закономерно усложнялась структура содержания высшего образования, в том числе педагогического, и, как следствие, возникала необходимость модернизации содержания подготовки студентов.

Подобная ситуация в системе образования, в частности педагогического, возникла и в конце 90-х годов прошлого века. Уникальные достижения современной постиндустриальной цифровой цивилизации вызвали непрекращающиеся в последние десятилетия попытки реформирования содержания подготовки будущих педагогов как в России, так и за рубежом. Но в процессе реформирования учебных планов, программ, учебников и учебно-методических пособий стоит учитывать, что объемы восприятия и усвоения новой научной информации лимитированы физиологией и психологией человека.

Таким образом, резервы образования следует искать в адекватном решении проблем междисциплинарности содержания образования и в использовании при обучении языка современной математики, как наиболее краткого и точного.

Язык математических структур и схем (в общенаучной терминологии методов и способов познания) лежит в основе методики редукции педагогических знаний к более проработанному и легче поддающемуся точному анализу математическому знанию [19]. Тем самым – это редукция к знанию, которая служит нормативным понятийно-терминологическим основанием логики и аргументации педагогического исследования, систематизации и анализа информации по исследуемой педагогической проблеме и последующему формированию необходимой базы данных для ее решения. Все это играет важную роль в модернизации нормативно-понятийного аппарата предметных методик обучения тому или иному предмету.

Математизация и цифровизация наук и сформировавшаяся на этой основе методология моделирования стали основой автоматизации и роботизации производства и формирования искусственного интеллекта. Поэтому практически каждый современный учитель и педагог профессионального обучения должен знать аппарат моделирования в своей предметной области или отрасли, и уметь его использовать в общеобразовательной и других видах подготовки учащихся для формирования междисциплинарных знаний, выходящих за рамки предмета. А именно: знать базовые *теоретико-модельные* понятия методологии моделирования, среди которых математическая, компьютерная и технологическая модель, математический и формализованный язык, алгоритм, изоморфизм («равенство») моделей, алгоритмическая разрешимость и ряд других. Они важны в профессиональной ориентации учащихся, поскольку вызывают интерес к какой-либо профессии и тем самым способствуют ее осознанному выбору. Все это может облегчить формирование универсальных сквозных компетенций в становлении их в будущем как современных профессионалов (транспрофессионалов).

2. Культурологические аспекты в методологии моделирования и реализации междисциплинарного подхода.

В основе культурологического подхода лежит принцип культуросообразности как «один из важнейших принципов современного образования» [20], имеющий фундаментальное значение в исследовании проблем междисциплинарной интеграции в подготовке студентов. Он особенно важен в реалиях сложного и разнообразного характера современных научных исследований, происходящих на новой ступени современной научной культуры, породившей постиндустриальное «цифровое» общество.

В соответствии с культурологическим подходом в реализации междисциплинарного подхода необходим не просто выход за рамки отдельных дисциплин, а целостное, теоретико-модельное видение той или иной дисциплины подготовки во всей ее полноте и сложности (исходя из базовых особенностей того или иного вида моделирования в исследовании ее объектов и явлений). В отличие от классической науки, склонной к упрощению сложного, что приводит к дифференциации научного знания, современная постнеклассическая наука пытается охватить реальность окружающего мира во всей ее сложности, многоуровневости, многомерности. В реальной исследовательской практике междисциплинарность реализуется в применении когнитивной стратегии исследований одной науки в другой науке, что нередко осуществляется в совместных проектах.

С культурологической точки зрения междисциплинарность науки – это не только интеграция (синтез) в ней различных научных теорий и технологий на основе тех или иных доминирующих видов моделирования для достижения важного практического результата (вертикальная интеграция), но междисциплинарность – это и интеграция различных идей и методов из других наук (горизонтальная интеграция), направленных на получение нового теоретического результата, на решение собственных проблем данной науки. Поэтому междисциплинарная интеграция наук на основе методологии моделирования в наибольшей степени способствует формированию единого научного знания и в то же время она оставляет место для более глубокой интеграции науки с различными формами культуры, в том числе научной.

Методология моделирования в образовании имеет фундаментальное значение в формировании у студентов общекультурных научных представлений и в осознании ими науки как *идеала единого научного знания*, что важно в реализации междисциплинарного подхода в содержании различных видов подготовки будущих педагогов. Поэтому данный подход, несомненно, способствует междисциплинарности подготовки студентов. В частности, он играет фундаментальную роль в формировании у будущих педагогов научной картины мира на основе теоретико-модельных основ интеграции дискретности и непрерывности [21] (гармония которых лежит в основе культуры современных научных исследований с использованием уникальных возможностей компьютера).

3. Использование метапредметного подхода в междисциплинарности подготовки будущих педагогов.

Серьезные проблемы глобального масштаба, связанные с интенсивным ростом объема научной информации, требуют изменения прежней педагогической парадигмы: «научить на всю жизнь». В реалиях постиндустриального общества даже самое хорошее фундаментальное образование, полученное однажды, не обеспечит успешности его владельцу в течение всей жизни. Поэтому получил широкое распространение новый лозунг: «научить учиться», означающий наличие способности самому себе ставить образовательные цели, а также добывать и использовать нужную информацию. В этом и заключается суть трансформации прежней педагогической парадигмы, которая неизбежно происходит благодаря лавинообразно растущему объему информации в сети Интернет.

Новая постиндустриальная педагогика должна быть направлена на освоение в процессе обучения определенных междисциплинарных, всеобщих знаний, в основе которых лежат базовые, мировоззренческие, методологические категории, имеющие фундаментальное значение в решении комплексных проблем науки, природы и общества. Такие понятия лежат в основе достижения *метапредметных* результатов подготовки студентов на основе метапредметного подхода. При этом метапредметное содержание подготовки будущих педагогов «должно включать в себя:

- 1) реальные объекты изучаемой действительности, в том числе фундаментальные образовательные объекты;
- 2) общекультурные знания об изучаемой действительности, в том числе фундаментальные проблемы;
- 3) общеучебные (метапредметные) умения, навыки, обобщенные способы деятельности;
- 4) ключевые (метапредметные) образовательные компетенции» [16].

В соответствии с перечисленными требованиями в качестве метапредметного ориентира в отборе содержания подготовки будущих педагогов должны быть основные понятия – своего рода «столпы» методологии моделирования, которая является неотъемлемой составляющей научных основ той мыслительной деятельности, «организованности, которая имеет не просто деятельностный, но универсальный метапредметный характер» [16].

В методологии моделирования к числу таких понятий в первую очередь следует отнести ключевые понятия математического моделирования и искусственного интеллекта как наиболее ярких ее проявлений. К метапредметным результатам отражения методологии моделирования в междисциплинарном подходе (особенно математического и компьютерного моделирования) относится и формирование у будущих педагогов средств, методов научного исследования, а также формирование уже отмечавшихся математических схем мышления (логических, алгоритмических, комбинаторных, образно-геометрических) [17]. Как уже обосновано ранее, в содержании подготовки педагогов должны быть представлены те примеры метапредметного содержания, которое хотя и принадлежит определённой науке или учебному предмету, но выводят человека за его рамки к неким первоединым основам (что особенно важно в школьном образовании). Метапредметных результатов обучения нельзя достигнуть «без должного научного обосно-

вания, с неправомерным отождествлением метапредметной и общеучебной деятельности, подменой педагогических и дидактических понятий психологическими» [16]. Этот принцип способствует внедрению в содержание подготовки будущих педагогов фундаментального ядра этой подготовки, что и является признаком метапредметности содержания.

4. Дидактические основы разработки междисциплинарных курсов.

В разработке междисциплинарных курсов важным ориентиром является системный подход, представляющий общенаучную методологию педагогики, отражающую всеобщую связь и взаимообусловленность явлений и процессов, происходящих в образовании. Ярким отражением системного подхода в обучении предмету стали категории методической системы обучения предмету (дисциплине) и методического мышления [22]. Поэтому обучение основам системного подхода в процессе «междисциплинарной» подготовки на основе методологии моделирования играет важную роль в совершенствовании и методической подготовке будущих педагогов.

В соответствии с этим подходом необходима разработка *системы* междисциплинарных курсов по каждому направлению подготовки будущих педагогов, имеющей фундаментальное значение в формировании *теоретических и практических умений* решения на теоретико-модельной основе сложных междисциплинарных проблем.

Как следует из анализа культурологических основ междисциплинарного подхода, *методологической основой* разработки системы таких курсов является современная методология моделирования как новая ступень современной научной культуры исследований с использованием цифровых технологий.

Методология моделирования имеет фундаментальное значение в формировании у будущих педагогов важных теоретических и практических умений в рамках системы междисциплинарных курсов и тем самым способствует овладению ими методологическими основами научного исследования. В том числе – формированию умений корректного переноса теоретико-модельных идей и методов из одной дисциплины в другую на уровне общих метапредметных категорий, а на этой основе – формированию у студентов категориального мышления. При этом у будущих педагогов развиваются умения оптимального гармоничного сочетания содержательного (качественного) и формально-логического (количественного) языка изучаемой науки при ведущей роли первого.

Важно отметить, что обучение междисциплинарному курсу в большой мере способствует формированию умений переходить от восприятия линейного текста (традиционной формы изложения научного знания) к многомерному, объёмному гипертексту, разнонаправленному по форме организации междисциплинарной научной информации. При этом появляется возможность обучения изложению научной мысли в междисциплинарных, в том числе теоретико-модельных научных категориях, что важно для формирования категориального мышления. Благодаря его формированию у будущих педагогов развиваются умения выявления и унификации теоретико-модельных категорий, необходимых им в решении профессиональных проблем.

Несомненно, в специальной подготовке будущих педагогов при отборе содержания междисциплинарных курсов наряду с классическими принципами дидактики (наглядности, доступности, систематичности, последовательности и др.) велико значение принципа фундаментальности образования.

В его реализации при разработке междисциплинарных курсов необходимо учитывать различные трактовки феномена фундаментализации образования [23]. Наиболее важными представляются трактовки, означающие универсализацию знаний, умений, навыков, которые обуславливают выделение структурных единиц научного знания, являющихся базовыми в методологии моделирования и имеющих наиболее высокий уровень обобщения изучаемых явлений.

5. *Методические особенности разработки междисциплинарных курсов на основе методологии моделирования.*

В разработке междисциплинарных курсов важен методический принцип нахождения эффективных способов *структурирования* их содержания, которые обеспечивали бы гармоничное сочетание изучаемого междисциплинарного материала с общенаучными принципами и категориями методологии моделирования. В частности, такое сочетание важно именно с тем видом моделирования, который является доминирующим в структурировании терминологического содержания курса.

С целью формирования важных общекультурных представлений будущих педагогов, исходя из диалектического единства интеграции и дифференциации подготовки, в методике обучения курсу необходим специальный методический принцип *структурного единства* инвариантной и вариативной составляющих содержания обучения. Отметим, что в отборе содержания обучения курсу наряду с этим основным принципом важны также классические принципы научности, генерализации знаний, преемственности обучения между школой, колледжем (техникумом) и вузом.

Важно отметить, что упомянутые теоретико-модельные, дидактические и методические принципы способствуют реализации главной цели создания модульных междисциплинарных курсов – формированию базовых профессиональных междисциплинарных знаний, умений и навыков. При этом основным признаком междисциплинарности образовательных курсов является их широкопрофильная подготовка, основанная на интегрированных научных направлениях, возникших на границе наук.

На уровне учебных материалов междисциплинарного курса основной целью обучения является формирование у студентов представлений о том, чего нужно достичь в процессе изучения курса в соответствии с направлением или профилем подготовки. Эта цель лежит в основе отбора содержания разделов курса с учетом теоретико-модельных идей и методов метапредметного характера той профессиональной области, в рамках которой осуществляется подготовка будущих педагогов.

В соответствии с методологией моделирования, охарактеризованной ранее, главной целью обучения студентов является обучение *реализации этапов* решения задач исследования (объектов, процессов или явлений) с использованием компьютера на основе гармоничного сочетания языка тех дисциплин

плин, которые необходимы в решении той или иной задачи. В таком обучении важным методическим ориентиром является его метапредметный характер, базирующийся на перечисленных выше метапредметных теоретико-модельных понятиях, важных в междисциплинарной подготовке студентов.

Обучение *реализации этапов* решения задач с использованием компьютера следует начинать с перевода задачи на адекватный научный язык (с *постановки задачи*). А именно – обдумывания оптимальной формулировки задачи, наиболее полно и корректно отражающей в используемых теоретико-модельных междисциплинарных терминах суть условия задачи и возникающего в связи с ним вопроса, которому посвящено решение задачи. Например, широко известны в естественных, технических и экономических науках постановки задач: *оптимизации* (нахождения максимума или минимума функции на языке математики и той науки, в области которой возникает эта задача); *линейного программирования* (на языке линейной алгебры и экономики).

Далее закономерно возникает необходимость выбора междисциплинарного *научного языка* решения задачи, в общенаучной терминологии – *перевод задачи* на адекватный научный язык.

После перевода задачи на научный язык в ее решении наступает этап рациональной (оптимальной) *разработки модели* исследуемых объектов, процессов или явлений, исследование которых и является целью моделирования. Поэтому междисциплинарный подход особенно важен при изучении студентами самого понятия модели.

На этапе обучения *разработке модели* важно учесть, что строгая классификация математических, компьютерных, технологических, имитационных и многих других видов моделей в науке фактически невозможна. Даже одно только современное пространство математического моделирования можно уподобить безграничному океану со многими сотнями островов, соответствующих конкретным типам задач и, как следствие, конкретным видам моделей, на основе которых они решаются. Понятие математической модели в силу высокой степени ее точности, определенности является наиболее распространенным в исследованиях объектов или явлений. Поэтому для обучения разработке модели объекта, процесса или явления необходимо хотя бы кратко будущим педагогам изложить наиболее общепринятые трактовки понятия математической модели, важные в их методической подготовке в обучении учащихся моделированию [24].

Далее начинается этап нахождения эффективного алгоритма решения задачи с использованием ИТ на том научном языке, на котором осуществлено решение задачи. Если же алгоритм окажется «плохим», экспоненциальным, то на реализацию алгоритма может потребоваться несоразмерно большое время. Поэтому в новой формирующейся культуре вычислений, в том числе и в разработке эффективного (хорошего) алгоритма решения задачи имеют большое значение методы и метапредметные понятия комбинаторики и других алгоритмических разделов дискретной математики.

На *заключительном* этапе решения задачи важны умения студентов в разработке программы, реализующей эффективный алгоритм вычисления

ответа. На этом этапе решения задачи необходима *симуляция решения* – т.е. проверка на простом примере правильности решения задачи. Если обнаружено несоответствие результата решения исходным данным и вообще здравому смыслу, то необходимо выявить слабое звено в реализации предыдущих этапов решения задачи. Естественно, важную роль играет и анализ *результата* решения – выявление пригодности, например, полученной модели объекта для дальнейшего (практического) использования.

В отборе содержания междисциплинарных курсов существенную роль играет учет специфики направления или профиля подготовки студентов. В качестве примера курса для широкой междисциплинарной подготовки рассмотрим курс «Математическое моделирование в профессиональном образовании».

6. О курсе «Математическое моделирование в профессиональном образовании».

Как подчеркивает выдающийся ученый математик и физик А. А. Самарский, «будучи методологией, математическое моделирование не подменяет собой математику физику, биологию и другие научные дисциплины, не конкурирует с ними. Наоборот, трудно переоценить его синтезирующую роль... Оно дает новые дополнительные стимулы самым различным направлениям науки» [25, с. 8]. Поэтому «различным аспектам математического моделирования посвящено немало, хотя явно недостаточно, хороших и разных книг [25, с. 9]

Как показывает анализ литературы [25, 26], в последние полвека было опубликовано значительное количество научных трудов, посвященных обучению различным курсам математического моделирования студентов математических, физических, технических, экономических и некоторых других направлений. Однако долгое время в подготовке педагогов профессионального обучения не было предусмотрено курса математического моделирования.

Впервые название такого курса появилось в 2010 г. в ФГОС ВПО «Профессиональное обучение (по отраслям)»¹ [27] подготовки педагогов профессионального обучения на уровне магистратуры. Поэтому в соответствии с ФГОС ВПО одним из авторов в 2011 г. была разработана рабочая программа (РП) этого курса и учебные материалы к ней для магистерской программы «Профессионально-педагогические технологии». Они отражены в содержании учебного пособия [24], которое можно рекомендовать для обучения курсу.

Эта РП и учебные материалы курса «Математическое моделирование в профессиональном образовании» особенно важны в отражении методологии моделирования в подготовке педагогов профессионального обучения, в том числе, в обеспечении на этой основе взаимной обусловленности (интеграции) педагогического и производственного процессов [10].

¹ Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 051000 Профессиональное обучение (по отраслям). Квалификация магистр. <https://www.rsvpu.ru/umo-po-ppo/v-pomoshh-razrabotchikam-ooop/filedirectory/2345/pr377.pdf>

Курс «Математическое моделирование в профессиональном образовании» предназначен для формирования у будущих педагогов представлений о методологии научного исследования, развития у студентов умений в использовании математического аппарата своей профессиональной области и на этой основе – овладению ими методологией проектирования содержания профильного обучения и элективных курсов для учащихся. В концепции и содержании учебного пособия [24] отражены также разделы курса, способствующие формированию у будущих педагогов профессионального обучения указанных представлений, умений и овладению инновационными идеями и методами профессиональной деятельности на основе методологии математического моделирования.

Охарактеризуем примерное содержание рабочей программы этого курса, состоящей из двух разделов

Раздел 1. Математическое моделирование как методология.

Раздел начинается с характеристик и определений процесса математизации наук; математизации как формы интеграции научного знания; этапов математизации. Затем раскрывается роль современной математики как феномена новой «всечеловеческой» культуры исследований, ставшей основой языка информационных технологий и процессов.

Далее предусмотрено раскрытие основных особенностей предмета современной методологии моделирования; логики развития математики и кибернетики (информатики); роли единства социокультурных и математико-кибернетических аспектов моделирования.

Характеризуются: значение математического моделирования в методологии специальной (конкретной) науки; роль математического моделирования в интеграции содержания подготовки педагогов профессионального обучения в высокотехнологичных отраслях.

Раскрывается специфика математического моделирования в зависимости от области и предмета исследования; роль его методов в дополнительном профессиональном образовании.

Характеризуется методическая система профильного обучения математическому моделированию (внешняя среда обучения, разработка целей, содержания, методов, форм и средств обучения).

Раздел 2. Теоретические основы математического моделирования.

Раздел начинается с обозначения различных подходов в определении понятия математической модели.

Математическая модель задачи. Информационная математическая модель. Математическая модель – аналог оригинала. Математическая модель как абстрактный образец решения задачи. Математическая модель (структура) как множество с заданными на нем математическими операциями и отношениями.

Характеризуются этапы решения задач математического моделирования с использованием компьютера: постановка задачи, перевод задачи на адекватный научный язык, разработка модели исследуемого объекта, нахождение эффективного алгоритма решения задачи, симуляция решения (проверка его на простом примере), анализ результатов решения.

Излагаются способы задания математических моделей; понятие интерпретации формальной математической модели. Приводятся примеры математических моделей и их интерпретаций.

Рассматриваются прямая и обратная задачи математического моделирования; проблема оптимальной математической формализации наблюдаемого объекта, процесса или явления.

Приводится понятие дискретной модели. Характеризуются: фундаментальная роль в математическом моделировании дискретной и классической («непрерывной») математики; важность принципа единства в обучении непрерывной и дискретной математике.

Характеризуются: особенности проведения вычислительного эксперимента как завершающего этапа математического моделирования; его значение и перспективы в цифровую эпоху (с появлением искусственного интеллекта); его роль в углублении синтеза дедуктивного и индуктивного методов познания.

Характеризуются виды задач математического моделирования: задачи с некорректно составленным условием; нерешенные задачи; задачи, которые не имеют решения; задачи с бесконечным и с конечным числом действий (исполнителя) алгоритма

Излагаются понятия: алгоритмической разрешимости; экспоненциального («плохого») и полиномиального («хорошего») алгоритмов вычислений.

Раскрываются характерные особенности компьютерного, информационного, стохастического (статистического), технологического и имитационного моделирования. Характеризуются основные особенности изменения роли и видов математических моделей в процессе развития математики

Подробно рассматриваются виды стохастического моделирования, важные в педагогических исследованиях (особенно в экспериментальной проверке результатов исследования).

Заключение

Решение назревших проблем модернизации подготовки студентов педагогических направлений и реализации междисциплинарного подхода в современном постиндустриальном обществе требует применения методологии моделирования. Значимость применения такой методологии для реализации междисциплинарного подхода определяется как результатами анализа литературы по проблеме исследования, так и опытом преподавания различных курсов для студентов педагогических направлений.

Как показывает анализ, в теоретико-методологической основе реализации междисциплинарного подхода в подготовке студентов педагогических направлений могут быть использованы идеи и методы метапредметного и культурологического подхода. В отражении идей и методов этих подходов в качестве основы может использоваться современная *методология моделирования*, предметом которой являются корректная постановка возникающих задач, их перевод на адекватный научный язык, рациональная разработка моделей исследуемых объектов, процессов или явлений, а также эффективных алгоритмов и компьютерных программ для решения задач на основе созданных моделей.

Обосновано, что междисциплинарность подготовки, реализуемая на основе методологии моделирования, имеет фундаментальное значение в формировании у студентов общекультурных научных представлений и в осознании ими науки как идеала единого научного знания. Современный учитель и педагог профессионального обучения должны знать аппарат моделирования (в своей предметной области или отрасли), но и что особенно важно – уметь его использовать в общеобразовательной и других видах подготовки учащихся для формирования междисциплинарных знаний, выходящих за рамки предмета.

В качестве метапредметного ориентира в разработке методической системы обучения и, в частности, отбора содержания подготовки будущих педагогов должны быть положены определяющие метапредметные понятия. Для реализации междисциплинарности это, прежде всего, основные теоретико-модельные понятия методологии моделирования с использованием ИТ. А именно, – понятия языка математического и компьютерного моделирования, которые лежат в основе технологического, имитационного и других важных видов моделирования в современной науке, образовании и производстве.

В реализации междисциплинарности подготовки будущих педагогов важная роль принадлежит междисциплинарным курсам. В соответствии с методологией моделирования главной дидактической целью таких курсов является обучение *реализации этапов* решения задач исследования (объектов, процессов или явлений) с использованием компьютера на основе гармоничного и корректного сочетания языка тех дисциплин, которые необходимы в решении той или иной задачи.

Методология моделирования и междисциплинарные курсы способствуют подготовке учителя – предметника и педагогов профессионального обучения, которые хорошо разбираются в смежных областях, владеют современными цифровыми образовательными технологиями, понимают основные принципы моделирования реальных объектов и процессов с использованием компьютера. Кроме того, процесс такой «междисциплинарной» подготовки играет важную роль в совершенствовании методической подготовки будущих педагогов, в том числе – в овладении ими методикой разработки междисциплинарных курсов и формировании готовности руководить междисциплинарными учебными проектами.

Список использованных источников

1. Зеер Э. Ф. Концепция профессионального развития человека в системе непрерывного образования // Педагогическое образование в России. 2012. № 5. С. 122–127.
2. Perkin G. The Third Revolution: Professional Society in International Perspective. London: Routledge, 1996. 272 pages.
3. Zeer E. F., Zinnatova M. V., Bukovei T. D. Transprofessionalism of the Subjects of Professional Activity: Prolegomena, Platform, Formation // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12 (Special Issue 11). 9137–9143.
4. Степин В. С. Классика, неклассика, постнеклассика, критерии различения. Санкт-Петербург: Издательский дом «Мир»; 2009. 671 с.

5. Apostel Léo, Berger Guy, Briggs Asa, Michaud Guy (ed.). L'interdisciplinarité - Problèmes d'enseignement et de recherche. Paris: Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Organisation de Coopération et de développement économique; 1972. P. 38.
6. Jantsch Erich. Vers l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité dans l'enseignement et l'innovation. Paris: Center Leo Apostel for Interdisciplinary Studies (CLEA); 1972. P. 108.
7. Тестов В. А. Обновление содержания обучения математике: исторические и методологические аспекты // Вологда: Изд-во Вологодский гос. пед. ун-т. 2012. 176 с.
8. Красовский Н. Н. Математическое моделирование в школе // Изв. УрГУ. 1995. № 4. С. 12–24.
9. Борисенков В. П. Качество образования и проблемы подготовки педагогических кадров // Образование и наука. 2015. № 3 (122). С. 4–18.
10. Федоров В. А. Профессионально-педагогическое образование в изменяющихся социально-экономических условиях: научное обеспечение развития // Образование и наука. 2008. № 9 (57). С. 127–134.
11. Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. Москва: Наука, Ленинградское отделение, 1984. 189 с.
12. Писарев Д. И. Сочинения: в 4 томах. Москва: ГИХЛ, 1955. Т. 2. 431 с.
13. Шестакова Л. А. Теоретические основы междисциплинарной интеграции в образовательном пространстве вузов // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 3: Педагогика. Психология. Образовательные ресурсы и технологии. 2013, № 1(2). С. 47–51.
14. Садовничий В. А. Традиции и современность // Высшее образование в России. 2003. № 1. С. 11–18.
15. Громыко Н. В. Метапредметный подход в образовании: как сценарировать и проводить учебное «метапредметное» занятие, реализуя новые образовательные стандарты. Москва: Пушкинский институт; 2010–2011. С. 114–119.
16. Хуторской А. В. Метапредметное содержание образования человека // European Journal of Contemporary Education. 2012. 1 (1). С. 15–29.
17. Тестов В. А. О некоторых видах метапредметных результатов обучения математике // Образование и наука. 2016. (1). С. 4–20. DOI:10.17853/1994-5639-2016-1-4-20
18. Тестов В. А. Содержание современного образования: выбор пути // Образование и наука. 2017. № 8 (19). С. 29–46. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-8-29-46.
19. Perminov E. A., Anakhov S. V., Grishin A. S., Savitskiy E. S. On the Research of the Methodology of Mathematization of Pedagogical Science // International Journal of Environmental & Science Education. 2016. Vol. 11. № 16. P. 9339–9347.
20. Данилюк А. Я. Принцип культурогенеза в образовании // Педагогика. 2008. № 10. С. 3–9.
21. Тестов В. А. Интеграция дискретности и непрерывности при формировании математической картины мира обучающихся // Инте-

грация образования. 2018. Т. 22, № 3. С. 480–492. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.480-492.

22. Саранцев Г. И. Формирование современного методического мышления студентов педагогического вуза // Педагогика. 2011. № 10. С. 38–46.

23. Егорченко И. В. Фундаментализация математического образования: аспекты особенности трактовки направления реализации. // Гуманизация среднего и высшего математического образования: состояние, перспективы: материалы Всероссийской научной конференции. Саранск: Морд. гос. пед. ин-т, 2005. С. 7–10.

24. Перминов Е. А. Методическая система обучения дискретной математике студентов педагогических направлений: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2015. 256 с.

25. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 320 с.

26. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. Изд. 3-е., испр. М.: КомКнига, 2007. 192 с.

References

1. Zeer E. F. Concept of human professional development in the system of continuing education. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii = Pedagogical Education in Russia*. 2012; 5: 122–127. (In Russ.)

2. Perkin G. The third revolution: Professional society in international perspective. London: Routledge; 1996. 272 p.

3. Zeer E. F., Zinnatova M. V., Bukovei T. D. Transprofessionalism of the subjects of professional activity: Prolegomena, platform, formation. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017; V. 12 (Special Issue 11): 9137–9143.

4. Stepin V. S. Klassika, neklassika, postneklassika, kriterii razlicheniya = Classics, non-classics, post non-classics, criteria of distinction. Saint-Petersburg: Publishing House Mir; 2009. 671 p. (In Russ.)

5. Apostel Léo, Berger Guy, Briggs Asa, Michaud Guy (ed.). L'interdisciplinarité - Problèmes d'enseignement et de recherche. Paris: Centre pour la Recherche et l'Innovation dans l'Enseignement, Organisation de Coopération et de développement économique; 1972. p. 38.

6. Jantsch Erich. Vers l'interdisciplinarité et la transdisciplinarité dans l'enseignement et l'innovation. Paris: Center Leo Apostel for Interdisciplinary Studies (CLEA); 1972. p. 108.

7. Testov V. A. Obnovleniye soderzhaniya obucheniya matematike: istoricheskiye i metodologicheskiye aspekty = Updating the content of training in mathematics: historical and methodological aspects. Vologda: Vologda State Pedagogical University; 2012. 176 p. (In Russ.)

8. Krasovskiy N. N. Matematicheskoe modelirovanie v shkole = Mathematical modelling at school. *Izvestiya UrGU = Bulletin of Ural State University*. 1995; 4: 12–24. (In Russ.)

9. Borisenkov V. P. Quality of education and problems of teacher training. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2015; 3 (122): 4–18. (In Russ.)

10. Fedorov, V.A. Vocational and pedagogical education in changing socio-economic conditions: Scientific support of development. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2008; (57): 127–134. (In Russ.)
11. Neuymin Ya. G. Modeli v nauke i tekhnike = Models in science and technology. Moscow: Publishing House Nauka; Leningrad Office; 1984. 189 p. (In Russ.)
12. Pisarev D. I. Sochineniya: v 4 tomah = Writings: in 4 volumes. Moscow: Publishing House GИИЛ; 1955. V. 2. 431 p. (In Russ.)
13. Shestakova L.A. Theoretical foundations of interdisciplinary integration in the educational space of universities. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 3: Pedagogika. Psikhologiya. Obrazovatelnyye resursy i tekhnologii = Moscow Witte University Bulletin. Series 3: Pedagogy. Psychology. Educational Resources and Technologies*. 2013; 1 (2): 47–51. (In Russ.)
14. Sadovnichiy V. A. Traditions and modernity. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2003; 1: 11–18. (In Russ.)
15. Gromyko, N. V. Metapredmetnyy podhod v obrazovanii: kak scenirovat' i provodit' uchebnoe "metapredmetnoe" zanyatie, realizuya novye obrazovatel'nye standarty = Metasubject approach in education: How to conduct a "metasubject" lesson, implementing new educational standards. Moscow: Pushkin Institute; 2010–2011. p. 114–119. (In Russ.)
16. Khutorsky A.V. Meta-subject content of human education. *European Journal of Contemporary Education*. 2012. 1 (1): 15–29.
17. Testov V. A. Some types of metasubject results when teaching mathematics. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2016; 1: 4–21. DOI: 10.17853/1994-5639-2016-1-4-20 (In Russ.)
18. Testov V. A. Content of modern education: Choice of the path. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2017; 8 (19): 29–46. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-8-29-46 (In Russ.)
19. Perminov E. A., Anakhov S. V., Grishin A. S., Savitskiy E. S. On the research of the methodology of mathematization of pedagogical science. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2016; Vol. 11. № 16: 9339–9347.
20. Danilyuk A. Ya. Principle of culture genesis in education. *Pedagogika = Pedagogy*. 2008; 10: 3–9. (In Russ.)
21. Testov V. A. Integration of discreteness and continuity in the formation of a mathematical picture of the world of students. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*. 2018; 22 (3): 480–492. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.480-492. (In Russ.)
22. Sarantsev G. I. Formation of modern methodological thinking of students of pedagogical university. *Pedagogika = Pedagogy*. 2011; 10: 38–46. (In Russ.)
23. Yegorchenko I. V. Fundamentalisation of mathematical education: Aspects of peculiarities of interpretations of the direction of implementation. In: *Gumanitarizatsiya srednego i vysshego matematicheskogo obrazovaniya: sostoyaniye, perspektivy: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii = Humanisation of Secondary and Higher Mathematical Education: State, Prospects. Materials*

of the All-Russian Scientific Conference; 2005; Saransk. Saransk: Mordovia State Pedagogical University; 2005. p. 7–10. (In Russ.)

24. Perminov E. A. Metodicheskaya sistema obucheniya diskretnoy matematike studentov pedagogicheskikh napravleniy = The methodical system of training in discrete mathematics of students of the pedagogical directions. Ekaterinburg: Russian State Vocational Pedagogical University; 2015. 256 p. (In Russ.)

25. Samarskiy A. A., Mikhaylov A. P. Matematicheskoye modelirovaniye: Idei. Metody. Primery = Mathematical modeling: Ideas. Methods. Examples. 2nd ed. Moscow: Publishing House FIZMATLIT; 2002. 320 p. (In Russ.)

26. Myshkis A. D. Elementy teorii matematicheskikh modeley = Elements of mathematical model theory. 3rd ed. Moscow: Publishing House KomKniga; 2007. 192 p. (In Russ.)

Информация об авторах:

Перминов Евгений Александрович – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры математических и естественнонаучных дисциплин Российского государственного профессионально-педагогического университета; ORCID ID 0000-0002-8807-2476; Екатеринбург, Россия. E-mail: perminov_ea@mail.ru

Тестов Владимир Афанасьевич – доктор педагогических наук, профессор кафедры математики Вологодского государственного университета; ORCID ID 0000-0002-3573-574X, Researcher ID A-5900-2016, Scopus ID 57203921177; Вологда, Россия. E-mail: vladafan@inbox.ru

Вклад соавторов: Авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

Статья поступила в редакцию 12.01.2020; принята в печать 11.06.2020. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Evgeniy A. Perminov – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematical and Natural-Science Disciplines, Russian state Vocational Pedagogical University; ORCID ID 0000-0002-8807-2476; Ekaterinburg, Russia. E-mail: perminov_ea@mail.ru

Vladimir A. Testov – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Mathematics, Vologda State University; ORCID ID 0000-0002-3573-574X, Researcher ID A-5900-2016, Scopus ID 57203921177; Vologda, Russia. E-mail: vladafan@inbox.ru

Contribution of the authors: The authors equally contributed to the present research.

Received 12.01.2020; accepted for publication 11.06.2020.
The authors have read and approved the final manuscript.