

Научная статья
УДК 372.851
DOI: 10.57769/2227-8591.12.4.04.

Е. А. Благовещенская, И. В. Кузнецова, С. А. Тихомиров

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ КАК СРЕДСТВО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ СТУДЕНТОВ



БЛАГОВЕЩЕНСКАЯ Екатерина Анатольевна – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика»; Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. Московский, 9, Санкт-Петербург, 190031, Россия. SPIN-код РИНЦ: 6166-0143; ORCID: 0000-0002-2425-5556, blagoveschenskaya@pgups.ru

BLAGOVESHCHENSKAYA Ekaterina A. – Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., St. Petersburg, 190031, Russia. ORCID: 0000-0002-2425-5556, blagoveschenskaya@pgups.ru



КУЗНЕЦОВА Ирина Викторовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры геометрии и алгебры; Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. Республиканская, 108, г. Ярославль, 150000, Россия. SPIN-код РИНЦ: 8020-3680; ORCID: 0000-0002-1780-2953, kuznetsova@yarcx.ru

KUZNETSOVA IRINA V. – Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky, 108, Respublikanskaya, Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: 0000-0002-1780-2953, kuznetsova@yarcx.ru



ТИХОМИРОВ Сергей Александрович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры геометрии и алгебры; Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. Республиканская, 108, г. Ярославль, 150000, Россия. SPIN-код РИНЦ: 9533-8726; ORCID: 0000-0002-7409-8464, kaf.algem@yspu.org

TIKHOMIROV Sergey A. – Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky, 108, Respublikanskaya, Yaroslavl, 150000, Russia. ORCID: 0000-0002-7409-8464, kaf.algem@yspu.org

Аннотация. Среди математических дисциплин алгебра выделяется тем, что, вне зависимости от природы объектов, подвергает анализу связи между ними. В данной работе обосновывается правомерность использования математических структур для формализации структурного подхода к построению процесса комплексного обучения студентов. Показано, что язык математических структур и схем, доминирующих в математическом моделировании, дискретной математике и теории вычислительных процессов, является основой для накопления множества других знаний. Он играет важную роль в овладении студентами

высших учебных заведений способами деятельности, направленными на реализацию междисциплинарных связей при изучении различных вузовских дисциплин посредством взаимодействия в информационной образовательной среде. Данный методический подход к обучению студентов является, в целом, эффективным методом подготовки высококвалифицированных специалистов, а также создает предпосылки индивидуального внимания к тем студентам, которые проявляют повышенный интерес к творческой самостоятельной научной деятельности, которая невозможна без применения навыков структуризации и выявления общих закономерностей информационных потоков.

Ключевые слова: СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ, ОБУЧЕНИЕ МАТЕМАТИКЕ, ИНФОРМАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ

Для цитирования: Благовещенская Е. А., Кузнецова И. В., Тихомиров С. А. Математические структуры как средство междисциплинарной интеграции различных дисциплин в профессиональном образовании студентов // Вопросы методики преподавания в вузе. 2023. Т. 12. № 4. С. 45–58. DOI: 10.57769/2227-8591.12.4.04

Статья открытого доступа, распространяемая по лицензии CC BY-NC 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Research article

DOI: 10.57769/2227-8591.12.4.04

MATHEMATICAL STRUCTURES AS MEANS OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION OF VARIOUS DISCIPLINES IN STUDENTS' PROFESSIONAL EDUCATION

Abstract: Among mathematical disciplines, algebra stands out in that, regardless of the object nature, it analyzes the connections between them. This paper substantiates the legitimacy of using mathematical structures to formalize a structural approach to building the process of comprehensive student learning. It is shown that the language of mathematical structures and schemes dominating in mathematical modeling, discrete mathematics and the theory of computational processes is the basis for the accumulation of a variety of other knowledge. It plays an important role in the mastery of activity methods aimed at implementing interdisciplinary connections when studying various university courses by students of higher educational institutions through interaction in the information educational environment. This methodological approach to teaching students is, in general, an effective method of training highly qualified specialists, and also creates the prerequisites for individual attention to those students who show increased interest in creative independent scientific activity, which is impossible without the use of structuring skills and identifying general patterns of information flows.

Keywords: CONTENT OF EDUCATION, TRANSDISCIPLINARITY, TEACHING MATHEMATICS, INFORMATION EDUCATIONAL ENVIRONMENT, MATHEMATICAL STRUCTURES

For citation: Blagoveshchenskaya E. A., Kuznetsova I. V., Tikhomirov S. A. Mathematical structures as a means of interdisciplinary integration of various disciplines in the professional education of students. *Teaching Methodology in Higher Education*. 2023. Vol. 12. No 4. P. 45–58. DOI: 10.57769/2227-8591.12.4.04

This is an open access article under the CC BY-NC 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

© Published by Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 2023.

Введение. В системе начального образования средней школы, когда преподавание всех основных предметов доверено одному человеку, реализуется установка взаимосвязанного обучения на различных уроках. Это обусловлено тем, что квалифицированный учитель высвечивает общие черты информационных ресурсов, доставляемых ученикам на различных уроках. Так, например, геометрический подход реализуется при введении координатной системы на местности, при этом навыки рисования используются при создании плоских географических карт. Одновременно с этим, глобус, являясь моделью земного шара, открывает возможности стереометрического мышления и, без использования научной терминологии, дает пример имитационной модели.

К сожалению, в дальнейшем целостный подход растворяется в отдельно взятых дисциплинах, и взаимосвязи между ними утрачиваются, если только они специально не учтены в строго исполняемых методических указаниях. Но на практике оказывается, что в старших классах никто не заботится о логических связях между отдельно взятыми информационными потоками по различным дисциплинам, и та же самая ситуация продолжается в высшей школе. При этом следует отметить, что при правильно выстроенной системе обучения, способствующей развитию интеллектуальных способностей молодого человека, процесс ассоциирования различных фрагментов информации в конгломераты и установление связей между ними более высокого порядка, происходят естественным образом. Это означает, что любая входящая информация автоматически ищет свое место в структуре полученных знаний, создавая новый слой с новыми нейронными связями, которые вплетаются в слои ранее полученной информации. Естественная физиологическая нейронная сеть при этом является своеобразным каркасом для полученной информации, которая, обрастая логическими связями с другими информационными сюжетами, становится не только знанием определенных фактов, но и оказывается в позиции возможного творческого ее применения. Выработка привычки системного восприятия действительности, которая включает любые впечатления, в том числе, связанные с образовательным процессом, является, по сути, одним из условий правильного интеллектуального развития взрослеющей личности. Следует отметить, что в ходе направленного накопления знаний в сочетании с естественно приобретаемым обычным человеческим опытом, могут возникать критические моменты, когда очередная порция информации вдруг не укладывается в подготовленные для нее рамки, и тогда возникает момент бифуркации, из которого существует только один выход – переосмысление базовых сведений. Так получают научные открытия. Но даже предшествующее им ощущение дискомфорта от

противоречий между устоявшимися сведениями и новыми данными доступно лишь тем, кто не только осознанно, но и подсознательно структурирует полученные знания различной природы. Поэтому для усиления творческих способностей человека необходимо осуществлять внешний комплексно-системный подход к его образованию, который влияет на его внутреннюю организацию, и структурирование становится сопутствующей, а возможно и необходимой чертой упорядочения впечатлений. И здесь важно не упустить время, так как только формирующаяся, а не вполне состоявшаяся личность, является восприимчивой к данной методике. Этому способствуют не только лучшие возможности создания новых нейронных связей в мозге, но и эмоциональная окрашенность впечатлений, свойственная именно молодым людям, которая позволяет дифференцировать сведения одной природы, полученные в разные моменты или периоды времени. Они впоследствии не сливаются в нечто неразличимое, а продолжают нести собственную смысловую нагрузку, так как исходно различаются настроением человека, в котором эти сведения были восприняты его мозгом.

Таким образом, чтобы ориентироваться в современном цифровом обществе, научиться применять полученные знания, будущему выпускнику вуза необходимо приобрести умение интегрировать знания из различных дисциплин, достигая их синтеза [1].

Ввиду важности усовершенствования воспитательно-образовательного процесса в данном контексте возникает необходимость формализации его системной стороны, для чего считаем целесообразным использовать алгебраические конструкции определенного вида, а именно математические структуры, которые могут быть подвержены формализации [2].

Основой многих исследований, в которых поднимаются вопросы междисциплинарной интеграции различных дисциплин в профессиональном образовании студентов является идея сочетания целесообразности и оптимального соответствия, непротиворечивости элементов общего и частно-конкретного предметного содержания дисциплин в их взаимодействии [3], а также идея разработки учебных курсов, предметом изучения которых являются математические модели, построенные на базе междисциплинарной интеграции [4].

Однако, несмотря на различные исследования, посвященные данному вопросу, наименее изученными остаются аспекты использования математических структур для формализации структурного подхода к освоению процесса комплексного обучения студентов в условиях цифровизации образования.

Методы и технологии. Согласно Н. Бурбаки, математическая структура – это система $S = \langle M; R_1, R_2, \dots, R_k \rangle$, где M – основное множество, R_1, R_2, \dots, R_k – заданные отношения, свойства которых описываются аксиомами [5]. *К основным типам математических структур отнесем следующие: алгебраические, топологические, порядковые, проективные, метрические, комбинаторные, образно-геометрические, логические, алгоритмические структуры, а также, вероятностные и стохастические схемы.* По мнению психолога Ж. Пиаже, основные типы математических структур являются фундаментальными не только для здания математики, но и для механизма мышления.

Поэтому в профессиональном образовании студентов для формирования у них системного мышления (с его качеством нелинейности) фундаментальное значение имеют структуры и схемы математики [6].

Идея математической структуры способствует развитию важного качества человека – умения обнаруживать глубокое структурное сходство внешне различных множеств предметов и отношений, строить умозаключения, делать содержательные выводы, анализировать, обобщать. О важности этих умений для эффективного развития умственной деятельности писал известный психолог Л. С. Выготский: «Обучаясь какой-нибудь частной операции, ребенок тем самым приобретает способность к образованию структур определенного типа, независимо от различного материала, с которым он оперирует, и независимо от отдельных элементов, входящих в состав структуры» [7].

Теоретико-групповой аппарат продуктивно применяется не только при изложении математических теорий, но и в приложениях, связанных с ней, например, в вопросах, связанных с физикой (теория представлений конечных групп в квантовой механике), химией, кристаллографией (дискретные группы), кодированием информации, кибернетикой (теория автоматов), криптографическими алгоритмами, лингвистикой, искусством и т. д.

Для обеспечения качественной подготовки студентов необходимо создать для них среду с высоким уровнем формализации и понимания учебного материала, системным представлением знаний на основе использования информационно-образовательной среды.

Под информационно-образовательной средой (ИОС) в системе высшего образования будем понимать систему инструментов, ресурсов и средств, способствующих эффективному совместному информационному взаимодействию всех субъектов образовательного процесса, качественной познавательной деятельности на основе использования различных распределенных информационных ресурсов [8].

Таким образом, язык математических структур и схем является основой или стержнем для накопления множества других знаний и играет важную роль в овладении студентами высших учебных заведений способов деятельности,

направленных на реализацию межпредметных связей при изучении различных вузовских дисциплин посредством взаимодействия в ИОС.

На роль математики в трансдисциплинарности содержания современного образования указывали многие специалисты (см., например, [9; 10; 11; 12]). При этом в работе [13] исследована роль математики в трансдисциплинарной тенденции в обновлении содержания образования с целью вывода образования на более высокий (по сравнению с междисциплинарностью) уровень на основе включения в содержание обучения современных математических теорий и методов и их применений.

Как справедливо отмечают некоторые исследователи, компетенция использования математики должна быть применена к реальным нематематическим ситуациям [14].

Взаимодействие обучающихся в информационной образовательной среде при изучении различных дисциплин вуза возможно при поиске нового знания, при выявлении свойств обобщенного характера, выполнении учебных сетевых проектов, решении практико-ориентированных междисциплинарных заданий [15] (рис.1).

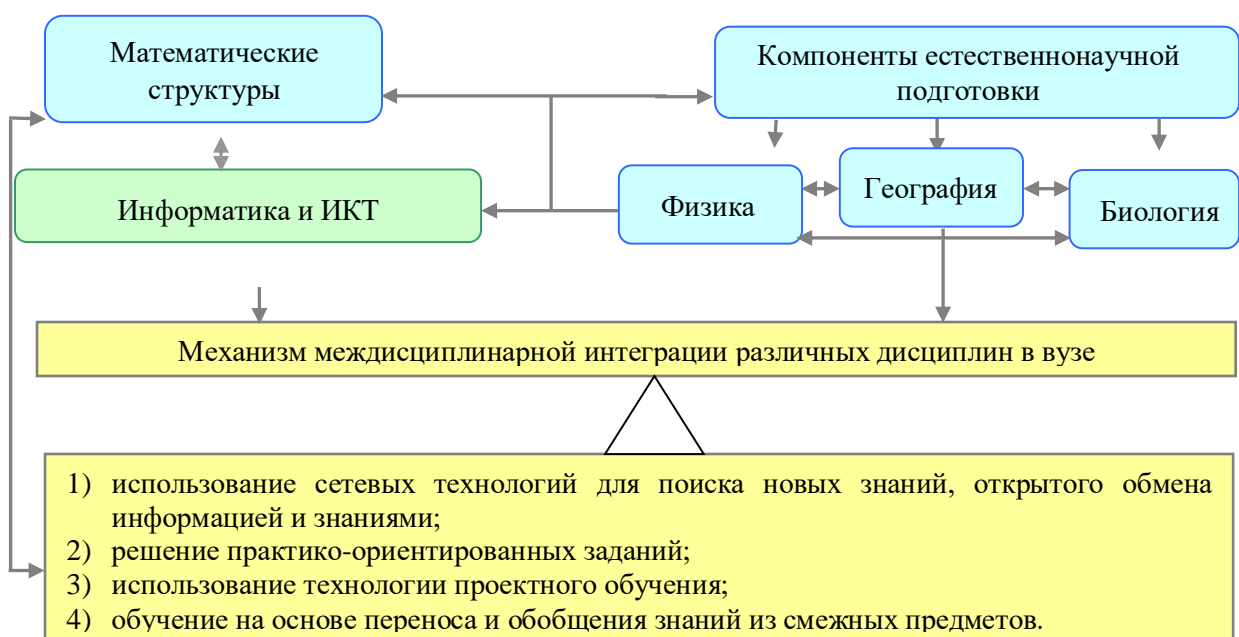


Рис. 1. Модель междисциплинарной интеграции в процессе обучения в вузе

Fig. 1. Model of interdisciplinary integration in the process of studying at the university

Остановимся более подробно на механизме междисциплинарной интеграции в процессе обучения в вузе.

Эффективным инструментом открытого обмена информацией и знаниями между различными субъектами образовательного пространства являются сетевые технологии, использование которых способствует генерации идей, созданию новых знаний, развитию творческих

способностей [16]. К сетевым технологиям, позволяющим реализовать междисциплинарную интеграцию при подготовке студентов, отнесем: использование в учебном процессе электронных ресурсов, баз данных, различных образовательных курсов, размещенных, например, в системе LMS Moodle [17; 18] или на платформе Sakai, Wiki, а также обучение в сетевых образовательных сообществах. Сетевые образовательные сообщества позволяют обучающимся в процессе их взаимодействия развивать ключевые компетенции цифровой экономики [19], а также не только получать, но и самим порождать новые знания, получать опыт самоорганизации труда и саморазвития.

Самостоятельно расширить свои знания, увидеть их применение в смежных областях науки поможет технология проектного обучения, которая реализуется через совместную разработку студентами учебных проектов. Пристальное внимание следует уделить предлагаемой студентам тематике междисциплинарных учебных сетевых проектов, которая должна быть направлена на применение математических методов, обобщенных математических конструкций в различных областях знания. Например, студентам-химикам можно предложить разработать учебный сетевой проект «Математические структурные модели в химии», студентам-информатикам будет интересна тема «Криптография и математические структуры», тема «Моделирование природных явлений на основе математических структур» предназначена для студентов, изучающих географию, а для студентов филологического профиля актуальной будет тематика проекта «Алгебраические структуры в стихосложении». Результатом проектной деятельности обучающихся будет конкретный продукт, полученный в процессе опредмечивания их познавательных интересов и субъективного опыта [20].

Решение цепочки междисциплинарных практико-ориентированных заданий, конструктивных задач (придумать, составить и др.) в рамках изучения математических дисциплин студентами различных направлений подготовки играет ключевую роль в формировании представлений обучающихся о приложениях обобщенных конструкций в реальной действительности, при этом обучение происходит на основе переноса и обобщения знаний из смежных предметов.

Рассмотрим некоторые аспекты реализации межпредметных связей при изучении различных математических дисциплин в вузе студентами-математиками, а также естественные связи, выявляемые в процессе параллельного преподавания дисциплин.

Так, в курсе геометрии изучаются топологические структуры и образно-геометрические схемы, а в курсе информатики ключевую роль играют алгоритмические структуры. Дискретная математика оперирует порядковыми, топологическими и вероятностными структурами. Порядковая

структура составляет неотъемлемую часть не только дискретной математики, но и входит в математические основы компьютерных наук.

Курс теории вероятностей и математической статистики опирается на изучение вероятностных и стохастических структур (схем), которые также являются средствами познания и направлены на выявление различий и установление случайных связей и закономерностей между различными математическими объектами, являющимися отражением реальных процессов и явлений, обеспечивают их оценку и прогнозирование. Знание вероятностных структур позволит выпускнику вуза в дальнейшем выделять варибельную ситуацию из множества других и предопределять ход ее дальнейшего развития.

К сожалению, такие, казалось бы, естественные логические цепочки различных дисциплин зачастую выпадают из поля зрения обучающихся в результате недоработки методического подхода. В связи с этим предлагается следующая формализация взаимосвязей математических дисциплин (рис.2):

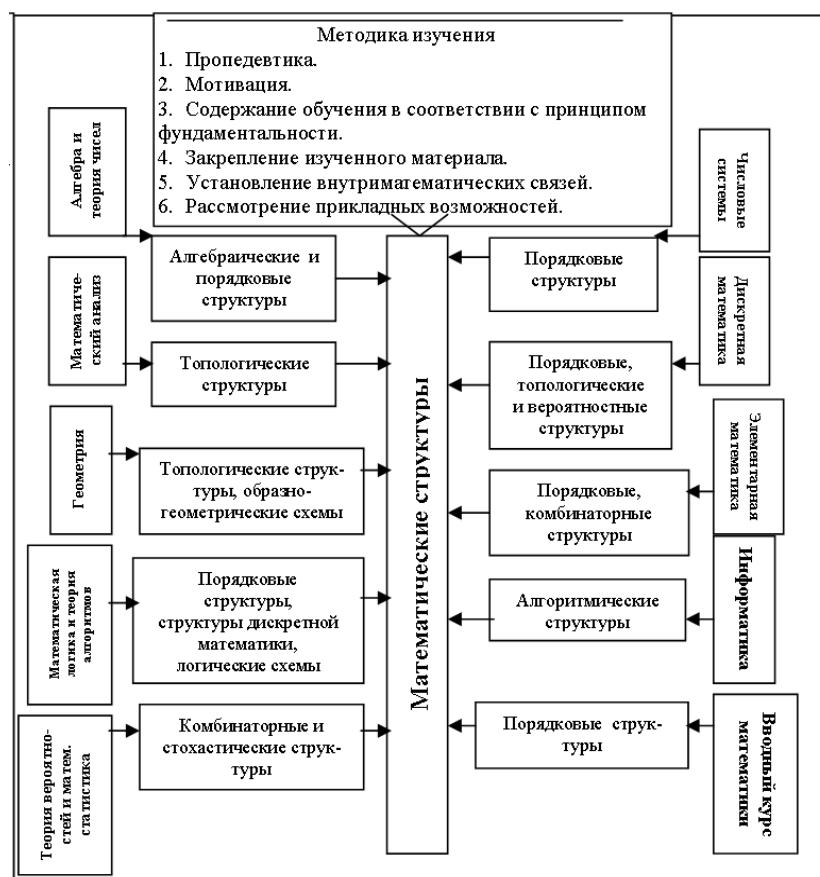


Рис. 2. Модель междисциплинарной интеграции различных дисциплин в процессе обучения студентов-математиков в вузе на основе изучения математических структур
Fig. 2. A model of interdisciplinary integration of various disciplines in the process of teaching of mathematics students at the university based on the study of mathematical structures

В представленной выше модели, математические структуры являются сквозной, интегративной и базисной тематикой в системе математических дисциплин, содержание которой является источником интеграции, дифференциации и отбора математических знаний в подготовке студентов.

С целью выявления основных классов базовых понятий в описании реальных взаимодействующих процессов, отношений между классами в профессиональном образовании студентов используем онтологический инжиниринг – процесс проектирования и разработки онтологий, преимуществом которого является системный подход к структуризации знаний.

Для разработки онтологии конструкторов математического образования студентов вуза нами была использована среда семантических приложений Protégé 5.0.0, являющаяся редактором онтологий и платформой для разработки баз знаний.

Онтология формирует общее представление об объекте исследования, фиксирует знания в единой форме, позволяет не только восстановить недостающие связи во всей их полноте, но и получать факты, которые не представлены в явном виде в онтологии, а следуют из ее внутренней семантики.

На примере подготовки студента-математика в университете нами была разработана с использованием среды разработки семантических приложений онтология методических конструкторов его математического образования (рис.3).

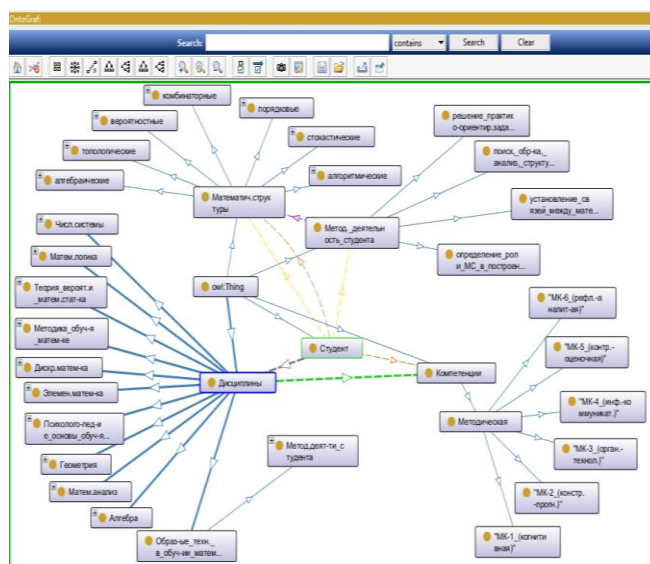


Рис. 3. Иерархическая структура классов онтологии методических конструкторов, построенная в редакторе онтологий Protégé 5.0.0

Fig. 3. Hierarchical structure of ontology classes of methodological constructs built in the ontology editor Protégé 5.0.0

Данная онтология демонстрирует взаимосвязи, которые необходимо учитывать при формировании, например, методической компетентности студента-математика. Так, формирование математических схем мышления (логических, комбинаторных, алгоритмических, образно-геометрических и др.) обучающегося должно происходить непрерывно в таких математических курсах, как математическая логика, теория вероятностей и математическая статистика, элементарная математика, геометрия.

Визуальный онтологический инжиниринг является действенным когнитивным инструментом, с помощью которого эргономично отражается информация и ее содержание, а также он позволяет выявить междисциплинарные связи в ходе формирования профессиональных компетенций студентов на основе актуализации математических структур.

Знания, отраженные с помощью онтологии, не являются статическим элементом, а обладают такими свойствами, как активность, видоизменчивость с течением времени и позволяют получать из них новые знания.

Результаты и дискуссия. Язык математических структур и схем (в общенаучной терминологии средств, методов математического познания), *доминирующих* в математическом моделировании, дискретной математике и теории вычислительных процессов, играет фундаментальную роль в междисциплинарной интеграции различных дисциплин в профессиональном образовании студентов, в качественном анализе проблем в той или иной предметной области, в систематизации информации по интересующей проблеме в сети Интернет, ее структуризации, представлении имеющихся знаний в виде, удобном для последующего решения проблем, а также в овладении студентами математическим тезаурусом.

Поскольку учебная и научная деятельность обучающихся невозможна без применения навыков структуризации и обнаружения общих закономерностей информационных потоков, представленный подход позволяет студентам получить первый профессиональный опыт с самого начала обучения в вузе.

Выводы. На основе проведенного нами исследования можно сделать однозначный вывод о том, что эффективным инструментом реализации межпредметной интеграции в процессе профессиональной подготовки студентов являются математические структуры. Именно они являются структурообразующим фактором развертывания содержания, позволяющим отобразить базовые теоретические знания из различных дисциплин, изучаемых студентами в вузе. Основные математические структуры демонстрируют единство и целостность математики, ее межпредметный характер, способствуют формированию у будущего выпускника вуза современной научной базы, являются основой формирования умений обнаруживать структурное сходство внешне различных множеств предметов и отношений,

осмысливать математику, использовать предметные знания при решении теоретических и практических задач.

Представленный выше подход может быть адаптирован к обучению студентов в вузах различных профилей, что является важной задачей организации высшего образования в целом [21].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Тестов В. А.** О роли математики в трансдисциплинарном тренде современного образования // Математическое образование в школе и вузе: опыт, проблемы, перспективы (MATHEDU'2021): сб. ст. X Междунар. науч.-практ. конф., Казань, 22–28 марта 2021 г. / отв. ред. Л.Р. Шакирова. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. – С. 205–210. – ISBN: 978-5-00130-463-0 – EDN MKSZIW.

2. **Сидорова М. В., Сухорукова А. А.** Междисциплинарная интеграция в учебном процессе вуза и ее влияние на саморазвитие личности // Kant. 2022. № 1(42). С. 310–315. – DOI 10.24923/2222-243X.2022-42.59. – EDN APRALB.

3. **Круковская Т. Ю.** Интеграция математических и профильных дисциплин в профессиональной подготовке студентов вуза железнодорожной отрасли // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2019. № 193. С. 136–144. – ISSN: 1992-6464 – EDN USMHEJ.

4. **Бушмелева Н. А., Разова Е. В.** Элементы теории фрактальных множеств как средство междисциплинарной интеграции в условиях фундаментализации образования // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. № 9. С. 40–48. – DOI 10.24422/MCITO.2017.9.7471. – eISSN: 2304-120X – EDN ZIBXQB.

5. **Бурбаки Н.** Архитектура математики // Математическое просвещение. 1960. Выпуск № 5. – М., ГИТТЛ – 304 с.

6. **Тестов В. А., Перминов Е. А.** Трансдисциплинарная роль физико-математических дисциплин в современном естественно-научном и инженерном образовании // Образование и наука. 2023. Т. 25. № 7. С. 14-43. – DOI 10.17853/1994-5639-2023-7-14-43. – EDN ZJHRWV.

7. **Выготский Л. С.** Умственное развитие детей в процессе обучения: сб. статей. – М.-Л., Учебно-педагогическое издательство, 1935. 135 с.

8. **Моркин С. А., Ключников С. В.** Новые возможности и приложения Windows 10 для создания информационно-образовательной среды учебного заведения // Актуальные проблемы качества математической подготовки школьников и студентов: методологический, теоретический и технологический аспекты: сб. ст. VII Всеросс. междунар. уч. науч.-метод. конф., Красноярск, 10–11 нояб. 2020 г. / отв. ред М. Б. Шашкина. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2020. – С. 202-208. – ISBN: 978-5-00102-414-9 – EDN QJQGAJ.

9. **Alvargonzales D.** Multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity, and the sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*. 2011. 25 (4). P. 387–403. DOI 10.1080/02698595.2011.623366.

10. **Frodeman R., Klein J. T., Mitcham C.** *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. New York: Oxford University Press. – 2010. – ISBN-10: 0199643962/ISBN-13: 978-0199643967.

11. **Tejedor G., Segalas J., Rosas-Casals M.** Transdisciplinarity in higher education for sustainability: How discourses are approached in engineering education. *Journal of Cleaner Production*. 2018. No 175. Pp. 29–37. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.11.085.

12. **Scholz R. W., Steiner G.** Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustainability Science*. 2015. Vol. 10. No 4. P. 521–526. – DOI 10.1007/s11625-015-0338-0. – EDN MUKCXO.

13. **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. – EDN AFRPUD.

14. **Sala Sebastià G., Barquero B., Font V.** Inquiry and Modeling for Teaching Mathematics in Interdisciplinary Contexts: How Are They Interrelated? Mathematics. 2021. No 9. 1714. DOI 10.3390/math9151714.

15. **Смирнов Е. И., Абатурова В. С.** Математическая грамотность как результат освоения обучающимися современных достижений в науке // Ярославский педагогический вестник. 2021. № 6(123). С. 29–37. – DOI 10.20323/1813-145X-2021-6-123-29-37. – EDN VCEGKG.

16. **Васильченко Е. А.** Использование сетевых коммуникативных технологий в физическом образовании в условиях цифровой трансформации // Общество, культура, человек в цифровую эпоху. Медиаэкономика, медиаполитика, медиакультура: сб. науч. ст. / под ред. О. В. Архиповой, А. И. Климина. – СПб.: «Фора-принт», 2020. – С. 75–84. – ISBN: 978-5-903187-47-8 – EDN XMZMYU.

17. **Берман Н. Д.** Потенциал использования мобильных и сетевых технологий как современных информационных средств обучения // ЦИТИСЭ. 2019. № 1(18). С. 17. – ISSN: 2409-7616 – EDN МОНССФ.

18. **Аёшина Е. А.** Организация самостоятельной работы бакалавров педагогического образования в электронной образовательной среде вуза // Актуальные проблемы качества математической подготовки школьников и студентов: методологический, теоретический и технологический аспекты: сб.ст. VII Всеросс.с междунар. уч. науч.-метод. конф., Красноярск, 10–11 нояб. 2020 г. // отв. ред М. Б. Шашкина. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2020. – С. 167–172. – ISBN: 978-5-00102-414-9 – EDN ОКІМЕН.

19. **Круподерова К. Р.** Формирование образовательных сообществ студентов в рамках сетевой проектной деятельности // Интеграция информационных технологий в систему профессионального и дополнительного образования: сб. ст. Всеросс. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 01–30 дек. 2022 г. Вып. VII. – Нижний Новгород: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина», 2022. – С. 17–19. – ISBN: 978-5-85219-866-2 – EDN LQBSTS.

20. **Кузнецова И. В.** Формирование когнитивных умений обучающихся в условиях цифрового обучения // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2020. Т. 26. № 2. С. 161–165. – DOI 10.34216/2073-1426-2020-26-2-161-165. – EDN XXFEDX.

21. **Попова Н. В.** Междисциплинарный подход к обучению иностранному языку в многопрофильном вузе: монография. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – DOI 10.18720/SPBPU/5/tr22-131.

REFERENCES

1. **Testov V. A.** O roli matematiki v transdisciplinarnom trende sovremennogo obrazovanija // Matematicheskoe obrazovanie v shkole i vuze: opyt, problemy, perspektivy (MATHEDU'2021) : sb. st. X Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Kazan', 22–28 marta 2021 g. /otv. red. L.R. Shakirova. – Kazan': Kazanskij (Privolzhskij) federal'nyj universitet, 2021. – S. 205–210. – ISBN: 978-5-00130-463-0 – EDN MKSziw.

2. **Sidorova M. V., Suhorukova A. A.** Mezhdisciplinarnaja integracija v uchebnom processe vuza i ee vlijanie na samorazvitie lichnosti // Kant. 2022. № 1(42). S. 310–315. – DOI 10.24923/2222-243X.2022-42.59. – EDN APRALB.

3. **Krukovskaja T. Ju.** Integracija matematicheskikh i profil'nyh disciplin v professional'noj podgotovke studentov vuza zheleznodorozhnoj otrasli // Izvestija Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gercena. 2019. № 193. S. 136–144. – ISSN: 1992-6464 – EDN USMHEJ.

4. **Bushmeleva N. A., Razova E. V.** Jelementy teorii fraktal'nyh mnozhestv kak sredstvo mezhdisciplinarnoj integracii v uslovijah fundamentalizacii obrazovanija // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept». 2017. № 9. S. 40–48. – DOI 10.24422/MCITO.2017.9.7471. – eISSN: 2304-120X – EDN ZIBXQB.

5. **Burbaki N.** Arhitektura matematiki // Matematicheskoe prosveshhenie. 1960. Vypusk №5. – M., GITTL – 304 s.

6. **Testov V. A., Perminov E. A.** Transdisciplinarnaja rol' fiziko-matematicheskikh disciplin v sovremennom estestvenno-nauchnom i inzhenernom obrazovanii // Obrazovanie i nauka. 2023. T. 25. № 7. S. 14–43. – DOI 10.17853/1994-5639-2023-7-14-43. – EDN ZJHRWV

7. **Vygotskij L. S.** Umstvennoe razvitie detej v processe obuchenija: sb. statej. – M.-L., Uchebno-pedagogicheskoe izdatel'stvo, 1935. 135 s.

8. **Morkin S. A. Kljuchnikov S. V.** Novye vozmozhnosti i prilozhenija Windows 10 dlja sozdanija informacionno-obrazovatel'noj sredy uchebnogo zavedenija // Aktual'nye problemy kachestva matematicheskoy podgotovki shkol'nikov i studentov: metodologicheskij, teoreticheskij i tehnologicheskij aspekty : sb. st. VII Vseross. s mezhdunar. uch. nauch.-metod. konf., Krasnojarsk, 10–11 nojab. 2020 g. / otv.red M.B. Shashkina. – Krasnojarsk: Krasnojarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V.P. Astaf'eva, 2020. – S. 202–208. – ISBN: 978-5-00102-414-9 – EDN QJQGAI.

9. **Alvargonzales D.** Multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity, and the sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*. 2011. 25 (4). P. 387–403. DOI 10.1080/02698595.2011.623366.

10. **Frodeman R., Klein J. T., Mitcham C.** *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. New York: Oxford University Press. – 2010. – ISBN-10: 0199643962/ISBN-13: 978-0199643967.

11. **Tejedor G., Segalas J., Rosas-Casals M.** Transdisciplinarity in higher education for sustainability: How discourses are approached in engineering education. *Journal of Cleaner Production*. 2018. No 175. Pp. 29–37. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.085.

12. **Scholz R. W., Steiner G.** Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustainability Science*. 2015. Vol. 10. No 4. P. 521–526. – DOI 10.1007/s11625-015-0338-0. – EDN MUKCXO.

13. **Testov V. A., Perminov E. A.** Rol' matematiki v transdisciplinarnosti sodержanija sovremennogo obrazovanija // Obrazovanie i nauka. 2021. T. 23. № 3. S. 11–34. – DOI 10.17853/1994-5639-2021-3-11-34. – EDN AFRPUD.

14. **Sala Sebastià G., Barquero B., Font V.** Inquiry and Modeling for Teaching Mathematics in Interdisciplinary Contexts: How Are They Interrelated? *Mathematics*. 2021. No 9. 1714. DOI: 10.3390/math9151714.

15. **Smirnov E. I., Abaturova V. S.** Matematicheskaja gramotnost' kak rezul'tat osvoenija obuchajushhimisja sovremennyh dostizhenij v nauke // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2021. № 6(123). S. 29–37. – DOI 10.20323/1813-145X-2021-6-123-29-37. – EDN BCEGKG.

16. **Vasil'chenko E. A.** Ispol'zovanie setevykh kommunikativnykh tehnologij v fizicheskom obrazovanii v uslovijah cifrovoj transformacii // Obshhestvo, kul'tura, chelovek v cifrovuju jepohu. Mediajekonomika, mediapolitika, mediakul'tura : sb. nauch. st. / pod red. O. V. Arhipovoj, A.I. Klimina. – SPb. : «Fora-print», 2020. – S. 75–84. – ISBN: 978-5-903187-47-8 – EDN XMZMYU.

17. **Berman N. D.** Potencial ispol'zovanija mobil'nyh i setevykh tehnologij kak sovremennykh informacionnykh sredstv obuchenii // CITISJe. 2019. № 1(18). S. 17. – eISSN: 2409-7616 – EDN MOHCCF.

18. **Ajoshina E. A.** Organizacija samostojatel'noj raboty bakalavrov pedagogicheskogo obrazovanija v jelektronnoj obrazovatel'noj srede vuza // Aktual'nye problemy kachestva matematicheskoi podgotovki shkol'nikov i studentov: metodologicheskij, teoreticheskij i tehnologicheskij aspekty : sb.st. VII Vseross.c mezhdunar. uch. nauch.-metod. konf., Krasnojarsk, 10–11 nojab. 2020 g. // otv.red M.B. Shashkina. – Krasnojarsk: Krasnojarskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. V. P. Astaf'eva, 2020. – S. 167–172. – ISBN: 978-5-00102-414-9 – EDN OKIMEH.

19. **Krupoderova K. R.** Formirovanie obrazovatel'nyh soobshhestv studentov v ramkah setevoj proektnoj dejatel'nosti // Integracija informacionnykh tehnologij v sistemu professional'nogo i dopolnitel'nogo obrazovanija : sb. st. Vseross. nauch.-prakt. konf., Nizhnij Novgorod, 01–30 dek. 2022 g. Vyp. VII. – Nizhnij Novgorod: federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovanija «Nizhegorodskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet im. Koz'my Minina», 2022. – S. 17–19. – ISBN: 978-5-85219-866-2 – EDN LQBSTS.

20. **Kuznetsova I. V.** Formirovanie kognitivnykh umenij obuchajushhihsja v uslovijah cifrovogo obuchenija // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pedagogika. Psihologija. Sociokinetika. 2020. T. 26. № 2. S. 161–165. – DOI 10.34216/2073-1426-2020-26-2-161-165. – EDN XXFEDX.

21. **Popova N. V.** Mezhdisciplinarnyj podhod k obucheniju inostrannomu jazyku v mnogoprofil'nom vuze: monografija. – Sankt-Peterburg: POLITEH-PRESS, 2022. – DOI 10.18720/SPBPU/5/tr22-131.

Статья поступила в редакцию 08.11.2023. Одобрена 22.12.2023. Принята 28.12.2023.

Received 08.11.2023. Approved 22.12.2023. Accepted 28.12.2023.

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2023.