

Ольга Владимировна Аношина,
Наталья Владимировна Дударева,
Екатерина Александровна Утюмова
г. Екатеринбург

Формирование готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики и физики

В данной статье раскрываются особенности формирования у будущих учителей математики готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики в процессе обучения геометрии в педагогическом вузе (уровень бакалавриата). Целью статьи являлась разработка средств формирования у будущих учителей математики готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики. В ходе исследования был проведен анализ возможности осуществления межпредметной интеграции математики и физике на основной и средней общих ступенях школьного образования, рассмотрена временная и тематическая согласованность учебных школьных программ базового и углубленного уровней математики (раздел геометрия) и физики для 7-11 классов, школьных учебников геометрии и физики, учебных пособий по геометрии для педагогических вузов. В результате авторы отметили, что практически нет современных исследований, посвященных проблеме формирования готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики и физики в школе. Также в учебных пособиях последних лет недостаточно заданий, иллюстрирующих межпредметные связи математики и физики. В ходе исследования применялись теоретические методы: анализ, синтез, обобщение, сравнение, интерпретация фактов. Новизна исследования: построена структурно-логическая модель готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники, выделены требования к межпредметным заданиям различных типов, которые целесообразно использовать при обучении курсу геометрии в педагогическом вузе. Приведены примеры заданий разных типов, иллюстрирующих межпредметную интеграцию математики и физики при изучении раздела «Векторная алгебра», которые можно использовать как при обучении будущих учителей математики в педагогическом вузе, так и в их последующей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: межпредметная интеграция, межпредметные связи, будущие учителя математики, федеральный государственный образовательный стандарт, модель формирования готовности к осуществлению межпредметной интеграции, средства формирования готовности к осуществлению межпредметной интеграции, геометрия, физика, вектор.

Olga Vladimirovna Anoshina,
Natalia Vladimirovna Dudareva,
Ekaterina Alexandrovna Utyumova
Ekaterinburg

Formation of future mathematics teachers' readiness to implement interdisciplinary integration of mathematics and physics

This article reveals the features of the formation of future mathematics teachers' readiness to implement interdisciplinary integration of mathematics and physics in the process of teaching geometry at a pedagogical university (bachelor's degree level). The purpose of the article was to develop means of forming the readiness of future mathematics teachers to implement interdisciplinary integration of mathematics and physics. The study has analyzed the possibility of interdisciplinary integration of mathematics and physics at the basic and secondary general levels of education, considered the temporal and thematic consistency of school curricula of basic and advanced levels of mathematics (section geometry) and physics for 7-11 grades, school textbooks of geometry and physics, textbooks on geometry for pedagogical universities. As a result, the authors noted that there is practically no modern research devoted to the problem of forming the readiness of future mathematics teachers to implement interdisciplinary integration of mathematics and physics in school. Also, in the textbooks of recent years, there are not enough tasks illustrating the interdisciplinary connections of mathematics and physics. The theoretical methods are: analysis, synthesis, generalization, comparison, interpretation of facts. The novelty of the research: a structural and logical model of future mathematics teachers' readiness to implement interdisciplinary integration of mathematics with other fields of science and technology is constructed, the requirements for interdisciplinary tasks of various types that are advisable to use when teaching a geometry course at a pedagogical university are highlighted. Examples of tasks of various types illustrating the interdisciplinary integration of mathematics and physics in the study of the section "Vector Algebra" are given which can be used both in teaching future mathematics teachers at a pedagogical university and in their subsequent professional activities.

Keywords: interdisciplinary integration, interdisciplinary connections, future mathematics teachers, federal state educational standard, model of formation of readiness for interdisciplinary integration, means of formation of readiness for interdisciplinary integration, geometry, physics, vector.

Введение. Изменения, происходящие в общественно-экономической социальной организации общества, в индустриально-технологическом устройстве мира требуют поиска новых форм и методов организации образовательного процесса.

Современному обществу необходимы выпускники, обладающие развитым мировоззрением, умеющие применять полученные знания в окружающей жизни и имеющие единое представление о мире благодаря комплексному изучению школьных дисциплин. Так, в федеральном государственном образовательном стандарте основного общего и среднего общего образования обозначено, что в процессе обучения в школе необходимо обеспечить формирование целостного представления о мире, о науке, как части общечеловеческой культуры. Достижение новых образовательных результатов средствами различных предметных областей актуализировало проблему проектирования содержания обучения математике, обеспечивающего единое представление об окружающем мире благодаря установлению связей между разными школьными дисциплинами.

Основным средством, реализующим целостное представление изучаемых понятий в процессе обучения математике, становятся интеграция междисциплинарных знаний.

Исследовательская часть. Понятие «интеграция» обозначает объединение, которое характеризует процесс взаимного сближения и образования взаимосвязей между различными предметами. В.А. Слостенин, И.Ф. Исаева, Е.Н. Шиянов [36] определяют интеграцию как внутреннюю взаимосвязь и взаимообусловленную целостность образовательного процесса.

Существует несколько видов интеграции:

– проблемная – предусматривает рассмотрение обучающим идеи, которая позволяет обнаружить новые границы применения изучаемого материала;

– тематическая – интеграция задается общей темой, изучаемой в различных предметах, но основное внимание при этом уделяется отдельным аспектам данной темы;

– межпредметная – в рамках одного урока сближаются отдельные предметы на основе общего материала, методов или приемов.

Основоположителем концепции межпредметной интеграции в образовательном процессе считается Д. Дьюи [46]. Различные вопросы, связанные с теорией и практикой интегративных процессов в обучении, рассматривали многие исследователи: П.А. Кропоткин (концепция интегративного образования) [46], И.Д. Зверев (интеграция содержания, методов и видов в образовательном процессе) [23], В.Н. Максимова (создание синтезированных курсов из элементов разных предметов) [30] и др. Эти работы обусловили переход от отдельных исследований, посвященных проблеме интеграции содержания

образовательного процесса, к осмыслению данного понятия в целом. Вопросы педагогической интеграции на методологическом, теоретическом и практическом уровнях осязаны в исследованиях как отечественных авторов (М.Н. Берулавы [9], Ю.С. Тюнникова [41], В.Д. Семенова [35], В.С. Безруковой [8], В.И. Загвязинского [22], Н.К. Чапаева [46] и др.), так и зарубежных (А. Блум, Д. Брунер, Г. Винтроп, Д. Резерфорд [46] и др.).

Основываясь на анализе рассмотренных работ, посвященных интеграции в образовательном процессе, под межпредметной интеграцией в процессе обучения в педагогическом вузе в исследовании будем понимать целенаправленное усиление межпредметных связей при сохранении теоретической и практической целостности учебных дисциплин, направленное на формирование готовности будущих учителей к реализации межпредметных связей в профессиональной деятельности.

Таким образом, межпредметная интеграция осуществляется через межпредметные связи. Однако, исходя из современной парадигмы образования, реализации межпредметных связей в процессе обучения недостаточно, необходимо проводить межпредметную интеграцию не только в информационном, но и в деятельностном компоненте.

Несмотря на то, что теоретические основы межпредметных связей были определены известными учеными и педагогами Я.А. Коменским [27], А.В. Усовой [42], С.П. Злобиной [24] и другими, в современной методической и педагогической литературе существует два подхода к определению понятия «межпредметные связи» благодаря тому, что проблема реализации межпредметных связей в процессе обучения является комплексной, отражающей психологический, педагогический и методический аспекты. Часть авторов (А.В. Усова [42], Ф.П. Соколова [37]) трактуют межпредметные связи как дидактическое условие обучения, причем одни считают условием повышения эффективности процесса обучения и научно-теоретического уровня учебных знаний, а другие (Н.М. Бурцева [13], Д.М. Кирюшкин, В.Н. Федорова [43], Н.М. Черкес-Заде [47]) – как дидактическое условие отражения интеграции научных знаний в процессе обучения, иллюстрации в содержании школьных дисциплин объективных природных взаимосвязей, способствующее систематизации знаний обучающихся и формированию у них научного мировоззрения. Другие ученые (И.Д. Зверев [23], Д.П. Ерыгин [21], В.Н. Максимова [30]) отмечают, что межпредметные связи являются, прежде всего, педагогической категорией, которая отражает

связующую, объединяющую функцию учебно-воспитательного процесса. Если рассматривать «межпредметные связи» с точки зрения проявления дидактического принципа систематичности, научности и прикладной направленности обучения, то он, как и другие дидактические принципы, определяет структуру содержания образования, систему методов, средств и форм обучения для формирования мировоззрения, убеждения и личностных качеств обучающихся. В научной литературе отражено также и узкометодическое понимание межпредметных связей как средства, обеспечивающего согласованность разных предметных знаний и программ.

Наиболее полным определением с позиции новых требований к организации образовательного процесса, которое также отражает задачи нашего исследования, является определение, данное Т.Л. Блиновой: «Межпредметные связи – это дидактическое условие, сопутствующее отражению в учебном процессе сформированности целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, а также овладение учащимися навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности» [10; 11]. В результате такого подхода к организации образовательного процесса знания у обучающихся не только конкретизируются, но и происходит их обобщение, что способствует переносу усвоенных знаний в новые ситуации, способы деятельности и применению их на практике.

В основу классификации межпредметных связей может быть положен их состав, тогда связи могут быть содержательными, операционными, методическими и организационными. Если основой классификации является направление действия межпредметных связей, то их можно разделить на односторонние, двусторонние и многосторонние. Мы в своем исследовании придерживались классификации межпредметных связей по хронологическому признаку, рассматривая связь изучаемых понятий в математике и физике как предшествующую (обращение к материалу, известному обучающимся из смежной дисциплины), сопутствующую (параллельное изучение понятия в физике и математике) и перспективную (обращение к тому понятию из смежной дисциплины, систематическое изучение которой еще предстоит).

Остановимся в исследовании на межпредметных связях математики и физики. В основе межпредметных связей данных наук лежит общая предметная область, однако при ее рассмотрении физика и математика используют

различные методы и подходы, что проявляется уже в период обучения в школе.

Уровень подготовки обучающихся по математике, по мнению О.В. Аношиной [3], влияет как на интерпретацию изучаемых физических фактов, степень научности их изложения, так и на выбор методов обучения физике. Реализация в процессе обучения взаимосвязи данных школьных дисциплин способствует формированию целостной естественнонаучной картины мира и достижению метапредметных и личностных результатов обучения, что отражено в федеральных рабочих программах основного общего и среднего общего образования по математике углубленного уровня. Так в планируемых предметных результатах указано, что школьники в процессе обучения по математике должны овладеть умением проводить аналогии, актуализировать факты и методы геометрии при решении физических задач, в частности уметь приводить примеры физических векторных величин, применять знания, полученные при изучении понятия вектор в математике при изучении физики, при решении физических задач и моделировать на геометрическом языке реальные ситуации, содержащие действия с физическими векторными величинами. В федеральной программе по математике основного общего образования (базовый уровень) отмечается, что связи между геометрией и физикой наиболее ярко видны в темах «Векторы», «Тригонометрические соотношения», «Метод координат» и «Теорема Пифагора».

Однако, несмотря на требования к предметным результатам обучающихся, при реализации межпредметной интеграции физики и математики в школе существуют противоречия:

– между необходимостью параллельного изучения в математике и физике общего учебного материала и временной несогласованности введения этих понятий в данных дисциплинах;

– между пониманием возможности учитывать имеющиеся знания у обучающихся из смежных дисциплин и расхождением в трактовке основных понятий, которые используются как в математике, так и в физике;

– между необходимостью пересмотра содержания и организации процесса естественнонаучного образования и методической и предметной неготовностью учителей математики и физики реализовывать межпредметную интеграцию близких друг к другу учебных предметов.

Для разрешения выделенных противоречий был проведен анализ исследований, посвященных данной проблеме, который показал, что большая часть работ (Т.Л. Блинова [10, 11], Е.В. Старцева [38], И.С. Буракова,

О.С. Смирнова [12]) посвящена реализации межпредметных связей в процессе обучения в школе, есть работы (М.Л. Груздева [16], И.В. Евграфова [20], О.Е. Кириченко [25], М. Нассер [33]) анализирующие проблему совместного изучения математики и физики в процессе обучения студентов в технических вузах, однако, почти нет исследований, посвященных проблеме формирования готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики и физики в школе.

В педагогической теории и практике готовность индивидуума к различным видам деятельности рассматривалась учеными еще в конце XX столетия. Этой проблеме посвящены работы В.С. Ильина, В.Ф. Райского, С.Л. Рубинштейна [39] и др.

Готовность В.В. Давыдовым, Н.Д. Левитовым, А.А. Понукалиным [18] трактуется как психическое и психологическое новообразование личности. А.С. Белых, понимает готовность, как условие выполнения деятельности, Д.М. Узнадзе, как установку личности, а М.И. Дьяченко, Л.А. Кандыбович [39], как синтез качеств личности, мотивов и ситуаций.

Различные аспекты готовности педагога к выполнению профессиональной деятельности изучали И.А. Аввакумова, Н.В. Дударева [2], Л.П. Назарова [32], В.А. Слостенин [36], И.А. Сухих [40].

Таким образом, многие исследователи считают готовность необходимым условием и предпосылкой осуществления любой, в том числе и профессиональной, педагогической деятельности на теоретическом (необходимые знания) и практическом (необходимые умения) уровнях.

Анализ психолого-педагогической и методической литературы позволил выявить, что готовность является сложным, многоуровневым понятием. Как отмечает Л.В. Моисеева [2], готовность включает следующие структурные компоненты:

– мотивационный (характеризует мотив совершенствования профессиональной деятельности);

– когнитивный (определяет знания о современных требованиях к результатам педагогической деятельности);

– деятельностный (обуславливает совокупность знаний, умений и способов деятельности по решению профессиональных задач);

– рефлексивный (определяет способность применять приобретенный опыт в своей практике, осмысление полученных знаний с учетом реальных условий деятельности).

Таким образом, можно выделить следующие компоненты готовности будущих

учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими научными областями в педагогической деятельности:

– когнитивный (предметные математические знания, необходимые для установления межпредметных связей математических понятий и фактов с другими областями науки и техники);

– деятельностный (умения и навыки, необходимые для решения проблем средствами математики; овладение опытом интерпретации полученных результатов с учетом исследуемой области науки и техники);

– прогностический (эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, понимание возможности применения математики в различных областях деятельности);

– рефлексивный (анализ, контроль и оценка полученного решения, использованных методов, внесение корректировки в методы решения аналогичных задач с учетом исследуемой области науки и техники).

Сформированность каждого структурного компонента готовности позволяет выделить следующие уровни профессиональной готовности будущего учителя математики к реализации межпредметной интеграции:

– предготовность – необходимый, но не достаточный уровень готовности, отражающий положительную мотивацию к осуществлению межпредметной интеграции, формирование начального математического и естественно-научного базисов, необходимых для её реализации в профессиональной деятельности, однако отсутствует понимание связей между понятиями в смежных дисциплинах (например, между понятием вектора в математике и векторной величины в физике);

– начально-адаптивная готовность – характеризуется наличием отдельных элементов знаний и умений, необходимых для осуществления межпредметной интеграции, при этом студент зачастую неосознанно использует необходимые знания и умения для разрешения проблемной межпредметной ситуации под активным контролем преподавателя;

– продуктивная готовность (частичная готовность к профессиональной деятельности) – характеризуется устойчивой сформированностью большей части необходимых знаний и умений, которые студенты осознанно применяют в учебной и практической деятельности при разрешении проблемной межпредметной ситуации, при этом могут осуществлять рефлексивные и разработку программы корректирующих действий под

контролем преподавателя;
– компетентностная готовность – характеризуется устойчивой сформированностью всех необходимых знаний и умений учителя для реализации межпредметной интеграции в ситуациях, выделенных в профессиональном стандарте педагога.

На первом этапе исследования по определению возможности формирования у будущих учителей математики готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики при изучении алгебры и

геометрии в средней и старшей школе была проведена оценка согласованности учебных программ курса алгебры и геометрии с курсом физики. Были отобраны разделы, темы и отдельные вопросы школьного курса математики и курса физики, изучение которых требует совместного применения адекватного математического и физического аппарата, а также возможность иллюстрации применимости математических понятий для описания физических явлений и фактов. Результаты проведенной оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Согласованность учебных программ курсов алгебры и геометрии и физики

<i>Математические темы (математические понятия)</i>	<i>Класс</i>	<i>Физические темы (физические величины, законы)</i>	<i>Класс</i>	<i>Вид межпредметных связей</i>
Теорема Пифагора, обратная теорема Пифагора	8	Относительность механического движения	9	перспективная
Определение тригонометрических функций острого угла, тригонометрические соотношения в прямоугольном треугольнике	8, 10	Законы Ньютона	10	перспективная, сопутствующая
Основное тригонометрическое тождество. Соотношения между сторонами и углами в прямоугольных треугольниках. Формула площади треугольника	8, 10	Законы Ньютона	10	перспективная, сопутствующая
Определение векторов, линейных операций над ними. Физический и геометрический смысл векторов. Разложение вектора по двум неколлинеарным векторам. Координаты вектора. Скалярное произведение векторов, его применение для нахождения длин и углов. Решение задач с помощью векторов. Применение векторов для решения задач кинематики и механики	8, 9, 10, 11	Сила как характеристика взаимодействия тел. Сила упругости и закон Гука. Измерение силы с помощью динамометра. Явление тяготения и сила тяжести. Равнодействующая сил. Сила трения. Законы Ньютона. Действие жидкости и газа на погружённое в них тело. Выталкивающая (архимедова) сила. Закон Архимеда. Плавание тел. Воздухоплавание. Электрическое поле. Принцип суперпозиции электрических полей. Равновесие материальной точки. Абсолютно твёрдое тело. Равновесие твёрдого тела с закреплённой осью вращения	7, 9, 10	предшествующая, сопутствующая
Декартовы координаты точек на плоскости и в пространстве. Прямая на плоскости. Уравнение окружности. Метод координат при решении задач	9	Механическое движение. Расчёт пути и времени движения. Скорость и ускорение при переменном движении	7,9, 10	предшествующая, сопутствующая

Уравнение плоскости. Метод координат при решении геометрических задач. Использование метода координат в практических задачах	7, 9, 10, 11	Система отсчёта. Относительность механического движения	7, 9, 10	сопутствующая
--	--------------	---	----------	---------------

При проектировании процесса обучения будущих учителей математики, способствующего формированию готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики в их будущей профессиональной деятельности, необходимо учитывать то, что знания физики у студентов-математиков в большей степени недостаточны. Поэтому знания школьного курса физики требуют актуализации при изучении тех разделов математики, на которых целесообразно рассматривать межпредметные связи математики и физики.

В педагогических университетах традиционно основными формами обучения будущих учителей математики являются лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная образовательная деятельность студентов с последующим контролем усвоенных знаний. С учетом форм

обучения на втором этапе исследования, опираясь на разработанную структурно-логическую модель (рис. 1), для формирования готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции в будущей профессиональной деятельности были разработаны материалы к лекциям, кейсы для организации практических занятий и самостоятельной деятельности студентов. Проектирование интегрированных лекций и кейсов для практической и самостоятельной работы будущих учителей математики, как отмечали И.А. Аввакумова, Н.В. Дударева и Е.А. Утюмова [1, 19], основано на реализации преемственных, синхронных, перспективных межпредметных связей математики и физики посредством включения физического материала по темам, наиболее полно демонстрирующим интеграцию данных курсов.

<p>ЦЕЛЕВОЙ БЛОК</p>	<p>Цель: формирование готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники</p> <p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение усвоения обучающимися теоретических знаний и умений, являющихся основой реализации межпредметных связей. 2. Установление у будущих учителей устойчивых представлений о межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники 3. Овладение практическим опытом решения заданий с межпредметным содержанием. 				
<p>СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ БЛОК</p>	<p>Компоненты готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники</p> <table border="1" data-bbox="323 757 1289 1261"> <tr> <td data-bbox="323 757 550 1261"> <p>Когнитивный: предметные математические знания, необходимые для установления межпредметных связей математических понятий и фактов с другими областями науки и техники</p> </td> <td data-bbox="550 757 802 1261"> <p>Деятельностный: умения и навыки, необходимые для решения проблем средствами математики; овладение опытом интерпретации полученных результатов с учетом исследуемой области науки и техники</p> </td> <td data-bbox="802 757 1070 1261"> <p>Прогностический: эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, понимание возможности применения математики в различных областях деятельности</p> </td> <td data-bbox="1070 757 1289 1261"> <p>Рефлексивный: анализ, контроль и оценка полученного решения, использованных методов, внесение корректировки в методы решения аналогичных задач с учетом исследуемой области науки и техники</p> </td> </tr> </table> <p>Уровни профессиональной готовности будущего учителя математики к реализации межпредметной интеграции:</p> <ul style="list-style-type: none"> • предготовность – сформированность начального математического и естественно-научного базисов; • начально-адаптивная готовность – сформированность отдельных элементов знаний и умений для осуществления межпредметной интеграции; • продуктивная готовность - частичная готовность к профессиональной деятельности; • компетентностная готовность – характеризуется устойчивой готовностью. 	<p>Когнитивный: предметные математические знания, необходимые для установления межпредметных связей математических понятий и фактов с другими областями науки и техники</p>	<p>Деятельностный: умения и навыки, необходимые для решения проблем средствами математики; овладение опытом интерпретации полученных результатов с учетом исследуемой области науки и техники</p>	<p>Прогностический: эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, понимание возможности применения математики в различных областях деятельности</p>	<p>Рефлексивный: анализ, контроль и оценка полученного решения, использованных методов, внесение корректировки в методы решения аналогичных задач с учетом исследуемой области науки и техники</p>
<p>Когнитивный: предметные математические знания, необходимые для установления межпредметных связей математических понятий и фактов с другими областями науки и техники</p>	<p>Деятельностный: умения и навыки, необходимые для решения проблем средствами математики; овладение опытом интерпретации полученных результатов с учетом исследуемой области науки и техники</p>	<p>Прогностический: эмоционально-ценностное отношение к математике и математической деятельности, понимание возможности применения математики в различных областях деятельности</p>	<p>Рефлексивный: анализ, контроль и оценка полученного решения, использованных методов, внесение корректировки в методы решения аналогичных задач с учетом исследуемой области науки и техники</p>		
<p>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК</p>	<p>Подходы: компетентностно-деятельностный, интегративный, технологический, культурологический.</p> <p>Общедидактические принципы: научности, последовательности, связи теории с практикой, учет возрастных особенностей обучаемых, непрерывности, преемственности, воспитывающего обучения.</p> <p>Частнометодические: модульности, согласованности, междисциплинарности.</p> <p>Формы обучения: индивидуальная, групповая, фронтальная.</p> <p>Методы: интерактивный, проектно-исследовательский, проблемно-эвристический.</p> <p>Средства обучения: кейсы, вопросы межпредметного содержания, задания межпредметного характера, проекты.</p>				



Рис. 1. Структурно-логическая модель готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники

Для формирования готовности к реализации межпредметной интеграции математики с другими науками на лекционных и практических занятиях целесообразно использовать:

1. Вопросы межпредметного содержания, которые выдаются студентам при подготовке к лекционным занятиям по математическим и методическим дисциплинам, способствующие организации поиска межпредметного содержания изучаемых тем. Вопросы межпредметного содержания являются основным средством для формирования когнитивного компонента готовности.

2. Задания межпредметного характера для практических занятий, при решении которых необходимо применить факты из других дисциплин. Данные задания направлены на формирование когнитивного и прогностического компонента готовности к реализации межпредметной интеграции у будущих учителей математики.

3. Кейсы для организации самостоятельной деятельности студентов, направленные на формирование готовности студентов к реализации межпредметной интеграции математики с другими образовательными областями в качестве учителей математики. Кейсы являются средством формирования деятельностного и рефлексивного компонента готовности.

4. Проекты, иллюстрирующие связь изученных математических понятий с фактами и явлениями из других дисциплин. Проекты направлены на формирование всех компонентов готовности к реализации межпредметной интеграции у будущих учителей математики.

Материалы для лекционных занятий и кейсы по практической и самостоятельной подготовке студентов педагогических вузов, используемые для формирования готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики в будущей

профессиональной деятельности, должны быть направлены на:

– реализацию преимущественно преемственных межпредметных связей курсов математики и физики, позволяющих применять изучаемый математический аппарат для иллюстрации физических явлений на лекционных занятиях по математическим курсам;

– актуализацию знаний студентов по школьному курсу физики, используя анализ школьных учебников математики и физики за счет тех фактов, которые представляют интерес с точки зрения математической и методической подготовки будущих учителей математики;

– перенос абстрактных математических обозначений на конкретные реальные обозначения физических величин при формулировке физических законов, как в аналитическом, так и в графическом виде.

Для формирования готовности к реализации межпредметной интеграции в образовательной деятельности на уроках математики в школе при решении кейсов студенты должны осуществить все этапы проективной деятельности педагога. То есть в кейсах должны присутствовать задания для:

– изучения учебно-методической литературы, как по математике, так и по физике в рамках пройденной темы;

– поурочного планирования темы, предусматривающее реализацию межпредметных связей курса математики и физики;

– разработки средств, способствующих реализации межпредметной интеграции математики и физики по изучаемой теме;

– подбора методов и приемов обучения, применяемых на уроках математики для осуществления межпредметных связей;

– использования цифровых образовательных ресурсов для решения межпредметных заданий;

– разработки средств контроля и оценки усвоения межпредметных связей обучаемыми в процессе изучения темы;

– осуществления рефлексивной деятельности.

Для проверки готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики и физики в процессе обучения алгебры и геометрии в школе разработаны интегрированные, многовариантные задания для отслеживания динамики развития уровня сформированности данной готовности на различных этапах обучения в педагогическом вузе.

В основе создания интегрированных, многовариантных заданий лежат следующие критерии:

– задание должно иметь физическое содержание, в процессе решения которого необходимо применение адекватного математического аппарата;

– в качестве дистракторов в заданиях закрытого типа надо выбирать такие, которые получатся в результате совершения той или иной типичной ошибки;

– отдельные задания должны предусматривать вариативность решения, причем в одном из решений физический этап решения интегрированного задания должен быть основным, а в другом – математический этап;

– необходимо включать задания различных типов: графические, расчетные и задания на проверку теоретических знаний;

– следует располагать интегрированные, многовариантные задания в порядке возрастания их сложности.

Проиллюстрируем использование разработанных средств для формирования готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физике на примере темы «Векторы».

Основным понятием векторной алгебры является понятие вектора. Вектор в большинстве школьных учебниках геометрии понимается, как направленный отрезок, в вузовском же курсе геометрии вектор рассматривается как множество (класс) сонаправленных, имеющих одинаковую длину отрезков. В школьном курсе геометрии понятие вектора вводится впервые в 9 классе. В физике впервые понятие векторной физической величины – в смысле «обладающей направлением в пространстве» – появляется в рамках школьной программы в заданиях, характеризующих быстроту перемещения тела в пространстве в 7 классе при изучении механики (при описании движения тел и вводится понятие вектора перемещения тела). Несмотря на то, что в физике учащиеся встречаются с понятием вектора раньше, они обладают необходимым математическим аппаратом для применения на практике понятия векторной физической величины (так как из курса математики 6 класса знакомы с изображением положительных и отрицательных чисел на координатной оси).

Основные операции с векторами в математике и физике одинаковы: сложение, умножение на действительное число, скалярное, векторное и смешанное умножение векторов. Однако, в математике чаще всего не рассматривается физический смысл выражений, содержащих векторы (векторные величины). Например, при умножении векторной величины на число получаем векторную величину того же

типа, а при умножении векторной величины на скалярную величину получаем векторную величину другого типа. В частности, импульс материальной точки определяется как произведение массы точки (скалярная величина) на скорость (векторная величина); механическая работа определяется как скалярное произведение силы на перемещение. Поэтому при обучении будущих учителей математики после введения понятия «вектор» и операций над векторами необходимо сформулировать вопросы межпредметного содержания, связанные с анализом согласованности введения данных понятий в математике и физике, интерпретацией выражений, содержащих векторные величины.

Приведем примеры таких вопросов.

1. Изучите предложенные статьи [14; 28], сделайте конспект. Проанализируйте согласованность понятий в школьных курсах математики и физики при изучении векторных величин.

2. Прочитайте статью [15], сделайте конспект. Охарактеризуйте способы введения понятия вектор в различных школьных учебниках геометрии.

3. Проверьте, выполняются ли аксиомы векторного пространства для физических объектов, например, напряженности электрического поля или индукции магнитного поля.

4. Проанализируйте школьные учебники геометрии, включенные в Федеральный перечень учебников, на наличие заданий межпредметного характера по темам «Вектор. Координаты вектора». Предложите задачи из школьного курса физики, которыми можно дополнить дидактические материалы учебника геометрии.

На практических занятиях необходимо показать применимость того теоретического материала, который был изучен на лекции при решении задания межпредметного характера. Анализ современных учебных пособий и сборников задач для педагогических вузов [6; 7; 17; 34]) показал, что заданий межпредметного характера в них нет, в учебных пособиях более ранних лет издания [4; 5; 29] имеется небольшое количество задач, иллюстрирующих применение аппарата векторной алгебры для решения физических задач, в основном по теме «Статика». Для обучения будущих учителей математики часто используют задачки [26; 45] (не имеющих маркировки «для студентов педагогических вузов»), в которых так же содержится ограниченное количество задач физического содержания. Поэтому для практических занятий были разработаны и подобраны задания межпредметного характера. Приведем примеры заданий межпредметного характера на некоторые операции с векторами.

Тема 1. Вектор. Линейные операции над векторами.

1. Чему равна напряженность электростатического поля, создаваемого двумя одинаковыми положительными зарядами, изображенными на рисунке 2, в точке B ?

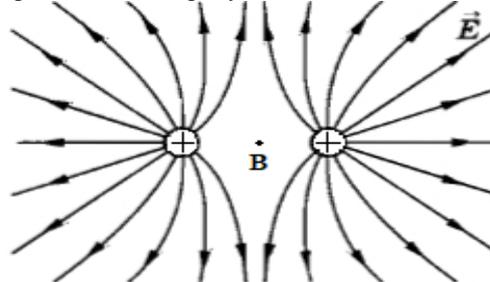


Рис. 2. Линии напряженности электростатического поля, создаваемого двумя одинаковыми положительными зарядами

2. Как должен двигаться заяц относительно льдины, которая плывёт по реке на юг со скоростью, модуль которой равен 2 ($м/с$), чтобы двигаться относительно берега на север со скоростью, модуль которой равен 1 ($м/с$)?

3. Определите значение ускорения тела массой 2 ($кг$), если на него действуют силы $F_1 = 20$ ($Н$) в положительном направлении оси абсцисс и $F_2 = 10$ ($Н$) в отрицательном направлении оси абсцисс. В каком направлении будет двигаться тело?

4. Груз весом 60 ($кг$) поддерживается двумя стержнями кронштейна – AB и CB (рисунок 3). Определите силы, возникающие в стержнях, если $\angle ACB = 90^\circ$, $\angle ABC = 30^\circ$.

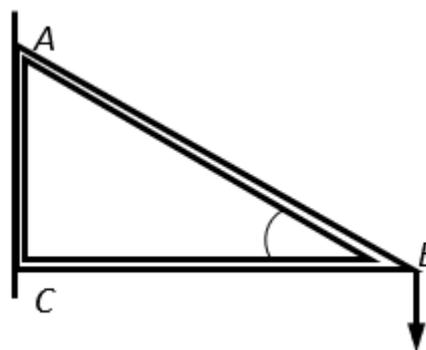


Рис. 3. Кронштейн, рассматриваемый в задаче 4

Задача 1 показывает применение линейных операций над векторами при решении задач на электростатику, задача 2 на кинематику, задача 3 на динамику материальной точки, задача 4 – статику (условие равновесия твердого тела).

Тема 2. Проекция вектора на вектор.

Скалярное произведение векторов.

1. На брусок массой 100 $г$ (рисунок 4), находящийся на шероховатой поверхности, действует сила $F = 5$ $Н$, направленная под углом 30° к горизонту. Чему равна сила трения,

действующая на брусок, если он движется вниз по поверхности с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$?

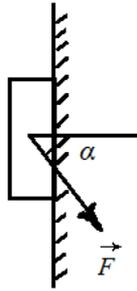


Рис. 4. Брусок, движущийся по вертикальной шероховатой поверхности в задаче 5

2. Проводник AB , длина которого l и масса m , подвешен на тонких проволочках. При прохождении по нему тока I (рисунок 5), проводник отклонился в однородном магнитном поле так, что нити образовали угол α с вертикалью. Какова индукция магнитного поля, в котором находится проводник? [44]

3. Даны силы, приложенные к одному телу:

$$\vec{F}_1 = (3; -4; 1) \text{ Н}, \quad \vec{F}_2 = (2; 3; -5) \text{ Н}, \\ \vec{F}_3 = (-3; -2; 4) \text{ Н}.$$

Дано:
 $m = 10 \text{ кг}$
 $F = 40 \text{ Н}$
 $\alpha = 60^\circ$

Найти:
 $a - ?$

Решение:

В данной задаче можно считать тело материальной точкой.

На тело действует сила тяжести со стороны Земли, сила реакции опоры, внешняя сила F со стороны неизвестного тела. Поскольку поверхность, по которой движется тело, гладкая, то силой трения со стороны опоры можно пренебречь. Нарисуем рисунок (рисунок 5), на котором покажем все силы, действующие на тело

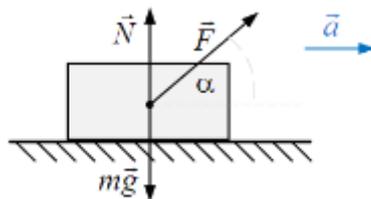


Рис.5 Силы, действующие на тело

Введем координатные оси (рис. 6):

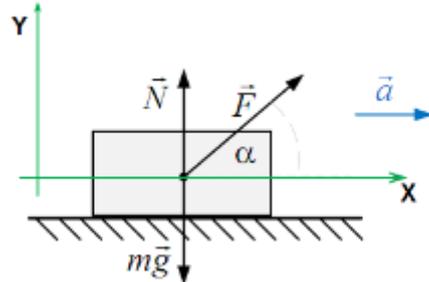


Рис.6 Силы, действующие на тело

Запишем второй закон Ньютона в векторной форме:

$$\vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}.$$

Вычислить, какую работу совершает равнодействующая этих сил, если тело перемещается прямолинейно из положения $M_1(5;3;-7) \text{ м}$ в положение $M_2(4;-1;-4) \text{ м}$.

В задачах 5 и 6 иллюстрируется проецирование вектора на координатную ось при решении задач на динамику и электромагнетизм, задача 7 иллюстрирует применение скалярного произведения векторов при решении задач на расчет работы сил.

Для организации самостоятельной деятельности студентов используются кейсы, которые способствуют формированию готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики в будущей профессиональной деятельности учителя математики.

Кейс 1. Вы задали учащимся 10 класса задачу с межпредметным содержанием.

Задача. Тело массой $m = 10 \text{ кг}$ перемещается по гладкой горизонтальной поверхности под действием силы $F = 40 \text{ Н}$, направленной под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Найти ускорение, с которым движется тело.

Учащийся представил на проверку следующее решение задачи.

Решение учащегося:

Спроецируем второй закон Ньютона на координатные оси:

$$Ox: F \cdot \sin \alpha = ma,$$

$$Oy: F \cdot \cos \alpha - mg = 0.$$

Используя уравнение в проекциях вдоль оси Ox , легко получить

$$a = \frac{F \cdot \sin \alpha}{m} = \frac{40 \cdot \sin 60}{10} = 3,44 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 3,44 \text{ м/с}^2$.

Задание для студента. Оцените решение ученика. Если в решении присутствует ошибка, то исправьте её, укажите причину возникновения ошибки.

Кейс 2. Рассмотрите любой учебник физики 9-11 классов, включенный в Федеральный перечень учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования. Проанализируйте, в каких темах вводятся векторные физические величины. Установите математический аппарат, необходимый для изучения введенных векторных физических величин. Укажите, в каких темах курса математики изучается данный математический аппарат. В каких классах он изучается. Установите вид межпредметной связи математического и физического аппарата. Приведите примеры задач на использование векторных величин. Решите эти задачи. Выделите математические и физические факты, которые были использованы при решении задач.

Кейс 3. Разработайте технологическую карту интегрированного урока математики и физики, иллюстрирующего межпредметные связи при изучении векторных величин.

Кейс 4. Разработайте сценарий внеурочного мероприятия, направленного на применение пройденных математических методов для описания физических процессов.

Кроме кейсов для организации самостоятельной деятельности студентов по геометрии для установления межпредметных связей целесообразно использовать групповые проекты.

Примерные темы проектов:

1. История возникновения понятия «Вектор» в математике и векторных величин в физике.

2. Векторные поля в математике и физике.

3. Межпредметные связи темы «Векторы» в геометрии и физике (кинематика, динамика, статика, электростатика, электромагнетизм).

4. Применение понятия центр масс для решения геометрических задач на отношение отрезков.

Исследование по определению уровня готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции

математики и физики в профессиональной деятельности проводилось на базе Уральского государственного педагогического университета в 2020-2024 году. Обучение студентов Института математики, физики и информатики по дисциплине «Геометрия» проводилось с использованием разработанных средств.

Для диагностики сформированности когнитивного и деятельностного компонентов применялись контрольные кейс-задания, соответствующие изученным разделам дисциплины «Геометрия» и предполагающие при решении применения знаний математики и физики. Для определения уровня сформированности прогностического компонента было проведено открытое анкетирование студентов, которое определяло степень мотивационной и предметной составляющей готовности. Респондентам были предложены вопросы, связанные с осмыслением понятия «межпредметная интеграция»: «Что такое интеграция?», «Что вы понимаете под межпредметными связями?», «В каких предметах используются изученные геометрические понятия и факты?», «Сможете ли вы использовать геометрические методы при решении физических задач школьного курса?», «Готовы ли вы осуществлять межпредметную интеграцию математики и физики в будущей профессиональной деятельности? Если вы ответили отрицательно, то обозначьте причины».

Уровень сформированности рефлексивного компонента диагностировался по авторским заданиям-кейсам, в которых было представлено решение ученика задачи из школьного курса с использованием знаний из математики и физики. Студент должен был оценить данное решение, исправить ошибки, допущенные обучающимися.

Проведенная диагностика показала существенное повышение уровня сформированности всех компонентов готовности к реализации межпредметной интеграции математики и физики у будущих учителей математики после использования в курсе геометрии разработанных заданий. Студенты не только лучше стали применять изученные факты в области геометрии для решения физических задач, но и стали отмечать готовность к реализации межпредметных связей в будущей профессиональной деятельности. Так, если в начале исследования 87%

респондентов отрицательно отвечали на вопрос «Готовы ли вы осуществлять межпредметную интеграцию математики и физики в будущей профессиональной деятельности?», причем в качестве причин неготовности студенты отмечали недостаточность знаний по физике, не умение применять математические методы при решении физических задач, то на контрольном этапе исследования только 8% студентов отрицательно ответили на этот вопрос, а

причиной указали неуверенность в применении необходимых знаний.

Заключение. На основании проведенного исследования можно утверждать, что процесс обучения геометрии в рамках спроектированной структурно-логической модели готовности будущих учителей математики к реализации межпредметной интеграции математики с другими областями науки и техники, обеспечивает повышение уровня профессиональной подготовки студентов педагогических вузов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аввакумова, И.А. Развитие мыслительных операций обучаемых посредством использования кейс-заданий в курсе математики / И.А. Аввакумова, Н.В. Дударева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2018. – № 8. – С. 6-11.
2. Аввакумова, И.А. Формирование профессиональной готовности будущего учителя математики в условиях внедрения профессионального стандарта педагога / И.А. Аввакумова, Н.В. Дударева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 160-165.
3. Аношина, О.В. Преимущества использования виртуального физического практикума в условиях пандемии / О.В. Аношина, К.А. Шумихина. – Текст : непосредственный // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3. – С. 101-109.
4. Атанасян, Л.С. Геометрия. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие / Л.С. Атанасян, В.Т. Базылев. – 2-е изд., стер. – Москва : Кнорус, 2013. – 396 с. – Текст : непосредственный.
5. Атанасян, Л.С. Сборник задач по геометрии. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. ин-тов / Л.С. Атанасян, В.А. Атанасян. – Москва : Просвещение, 1973. – 256 с. – Текст : непосредственный.
6. Атанасян, С.Л. Сборник задач по геометрии. В 2 ч. Ч. 1 : учеб. пособие для студентов I-III курсов физ.-матем. фак. пед. вузов / С.Л. Атанасян, В.И. Глизбург. – Москва : Эксмо, 2007. – 336 с. – Текст : непосредственный.
7. Атанасян, С.Л. Геометрия I : учеб. пособие / С.Л. Атанасян, В.Г. Покровский ; под ред. С.Л. Атанасяна ; худож. Н.А. Новак. – 3-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 334 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/172246> (дата обращения: 09.09.2023). – Режим доступа: по подписке ЭБС «Лань». – Текст : электронный.
8. Безрукова, В.С. Педагогика / В.С. Безрукова. – Москва : Инфра-Инженерия, 2021. – 324 с. – Текст : непосредственный.
9. Берулава, М.Н. Интеграция содержания образования / М.Н. Берулава. – Москва : Педагогика, 1993. – 172 с. – Текст : непосредственный.
10. Блинова, Т.Л. Межпредметные связи школьного курса математики с предметами естественно-научного цикла при изучении темы «симметрия» / Т.Л. Блинова, Т.А. Унегова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2015. – № 7. – С. 166-172.
11. Блинова, Т.Л. Подход к определению понятия «Межпредметные связи в процессе обучения» с позиции ФГОС СОО / Т.Л. Блинова, А.С. Кирилова. – Текст : электронный // Педагогическое мастерство : материалы III Междунар. науч. конф. (г. Москва, июнь 2013 г.). – Москва : Буки-Веди, 2013. – Т. 0. – С. 65-67. – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/71/4042/> (дата обращения: 24.02.2024).
12. Буракова, И.С. Интегративные уроки как средство реализации межпредметных связей по физике и математике / И.С. Буракова, О.С. Смирнова, Г.А. Степаненко. – Текст : непосредственный // Мир науки, культуры, образования. – 2021. – № 4 (89). – С. 13-15.
13. Бурцева, Н.М. Межпредметные связи как средство формирования ценностного отношения учащихся к физическим занятиям : дис. ... канд. пед. наук / Н.М. Бурцева. – Санкт-Петербург, 2001. – 230 с. – Текст : непосредственный.
14. Гасанов, О.М. Применение векторного анализа при решении задач по физике в средней школе / О.М. Гасанов, А.О.О. Дашдамиров, Г.М.О. Шарифов. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – 2021. – № 74-5. – С. 33-36.
15. Глейзер, Г.Д. К истории вопроса об изучении вектора / Г.Д. Глейзер, Г.И. Кеян. – Текст : непосредственный // Математика в школе. – 1986. – № 5. – С. 54-57.
16. Груздева, М.Л. Реализация межпредметных связей курсов высшей математики и физики инженерного вуза средствами компьютерных технологий : дис. ... канд. пед. наук / М.Л. Груздева. – Нижний Новгород, 2004. – 168 с. – Текст : непосредственный.
17. Гусева, Н.И. Сборник задач по геометрии. В 2 ч. Ч. I : учеб. пособие / Н.И. Гусева, Н.С. Денисова, О.И. Тесля. – Москва : Кнорус, 2012. – 528 с. – Текст : непосредственный.
18. Давыдов, В.В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального исследования / В.В. Давыдов. – Москва : Педагогика, 1986. – 240 с. – Текст : непосредственный.

19. Дударева, Н.В. Практическая подготовка будущего учителя математики в процессе изучения дисциплин предметного блока в педагогическом вузе / Н.В. Дударева, Е.А. Утюмова. – Текст : непосредственный // Практико-ориентированный подход в образовании : сб. материалов / под науч. ред. Е.В. Прямыковой. – Екатеринбург, 2022. – С. 59-72.
20. Евграфова, И.В. Межпредметные связи курсов общей физики и высшей математики в технических вузах : автореф. дис. ... канд. пед. наук / И.В. Евграфова. – Санкт-Петербург, 2010. – 168 с. – Текст : непосредственный.
21. Ерыгин, Д.П. Задачи и примеры с межпредметным содержанием: (химия, физика, биология) / Д.П. Ерыгин, Л.Н. Орлова. – Москва : МГПИ, 1981. – 104 с. – Текст : непосредственный.
22. Загвязинский, В.И. Теория обучения: современная интерпретация : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / В.И. Загвязинский. – Москва : Академия, 2001. – 192 с. – Текст : непосредственный.
23. Зверев, И.Д. Межпредметные связи в современной школе / И.Д. Зверев, В.Н. Максимова. – Москва : Педагогика, 1981. – 159 с. – Текст : непосредственный.
24. Злобина, С.П. Дидактические функции умения комплексного применения знаний и умений / С.П. Злобина. – Текст : электронный // Наука и школа. – 2007. – № 2. – С. 4-7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didakticheskie-funktsii-umeniya-kompleksnogo-primeneniya-znaniy-i-umeniy> (дата обращения: 24.02.2024).
25. Кириченко, О.В. Межпредметные связи курса математики и смежных дисциплин в техническом вузе как средство профессиональной подготовки студентов : автореф. дис. ... канд. пед. наук / О.В. Кириченко. – Орел, 2003. – 19 с. – Текст : непосредственный.
26. Клетеник, Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии : учеб. пособие для вузов / Д.В. Клетеник ; под ред. Н.В. Ефимова. – 17-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/187823> (дата обращения: 24.02.2024). – Режим доступа: по подписке ЭБС «Лань». – Текст : электронный.
27. Коменский, Я.А. Сочинения / Я.А. Коменский. – Москва : Наука, 1947. – 476 с. – Текст : непосредственный.
28. Литвинов, А.И. Развитие понятия вектор в задачах физики и его формализация в математике / А.И. Литвинов. – Текст : непосредственный // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2018. – № 2 (18). – С. 154-162.
29. Майоров, В.М. Задачник-практикум по векторной алгебре: с приложениями к аналитической геометрии, элементарной геометрии и статике / В.М. Майоров, З.А. Скопец ; Моск. гос. заоч. пед. ин-т. – Москва : Учпедгиз, 1961. – 152 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472737> (дата обращения: 24.02.2024). – Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Текст : электронный.
30. Максимова, В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения / В.Н. Максимова. – Москва : Просвещение, 1988. – 191 с. – Текст : непосредственный.
31. Маршев, К.В. Теоретическая модель профессиональной готовности студентов лесотехнического вуза к реализации экологического права / К.В. Маршев, Л.В. Моисеева. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 2. – С. 105-112.
32. Назарова, Л.П. Теоретические основы формирования профессиональной готовности будущего учителя-предметника к работе в школе / Л.П. Назарова. – Текст : непосредственный // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. – 2009. – Т. 3, № 3. – С. 32-38.
33. Нассер, М. Методика реализации межпредметных связей посредством решения прикладных задач в процессе обучения математике в вузе : дис. ... канд. пед. наук / М. Нассер. – Москва, 2008. – 159 с. – Текст : непосредственный.
34. Сборник задач по геометрии / С.А. Франгулов, П.И. Совертков, А.А. Фадеева [и др.]. – 2-е изд., доп. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. – 242 с. – Текст : непосредственный.
35. Семенов, В.Д. Об интегративных основах социальной педагогики / В.Д. Семенов. – Текст : непосредственный // Интеграционные процессы в педагогической теории и практике : сб. науч. тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т ; ред. В.С. Безрукова. – Свердловск : Издательство СИПИ, 1992. – Вып. 3. – С. 54-66.
36. Сластенин, В.А. Педагогика : учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов ; под ред. В.А. Сластенина. – Москва : Академия, 2002. – 576 с. – Текст : непосредственный.
37. Соколова, Ф.П. Влияние межпредметных связей на повышение научных знаний по физике в 7 кл. : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Ф.П. Соколова. – Москва, 1973. – 24 с.
38. Старцева, Е.В. Реализация межпредметных связей физики и математики в средней школе (на примере факультативного курса «Вектор в физике и математике») : дис. ... канд. пед. наук / Е.В. Старцева. – Москва, 2000. – 70 с. – Текст : непосредственный.
39. Суханова, О.Н. Готовность классных руководителей и кураторов групп СПО к реализации воспитательной деятельности в современном образовании / О.Н. Суханова. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2023. – № 4. – С. 28-40.
40. Сухих, И.А. Теоретические аспекты формирования готовности к профессиональной (педагогической) деятельности студентов вуза – будущих учителей / И.А. Сухих. – Текст : непосредственный // Вестник Шадринского государственного педагогического института. – 2013. – № 4 (20). – С. 52-57.
41. Тюнников, Ю.С. Интегративные основания проектирования базовых компонентов содержания профессионально-теоретической подготовки / Ю.С. Тюнников, Г.Ф. Хасанова. – Текст : непосредственный // Интеграционные процессы в педагогической теории и практике: современные педагогические технологии : сб. науч.

тр. / Свердлов. инж.-пед. ин-т ; под ред. В.С. Безруковой, Н.К. Чапаева. – Свердловск : Издательство СИПИ, 1993. – Вып. 4. – С. 115-132.

42. Усова, А.В. Межпредметные связи в преподавании основ наук в школе (на примере предметов естественно-математического цикла) / А.В. Усова. – Челябинск : Факел, 1995. – 15с. – Текст : непосредственный.

43. Федорова, В.Н. Межпредметные связи: на материале естественно-научных дисциплин средней школы / В.Н. Федорова, Д.М. Кирушкин ; Науч.-исслед. ин-т содерж. и методов обучения Акад. пед. наук СССР. – Москва : Педагогика, 1972. – 152 с. – Текст : непосредственный.

44. Рымкевич, А.П. Физика. Задачник. 10-11 классы : пособие для общеобразоват. учреждений / А.П. Рымкевич. – 16-е изд. – Москва : Дрофа, 2012. – Текст : непосредственный.

45. Цубербиллер, О.Н. Задачи и упражнения по аналитической геометрии / О.Н. Цубербиллер. – 35-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 336 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/339779> (дата обращения: 24.02.2024). – Режим доступа: по подписке ЭБС «Лань». – Текст : электронный.

46. Чапаев, Н.К. Педагогическая интеграция: методология, теория, технология : монография / Н. К. Чапаев. – 4-е изд., стер. – Екатеринбург : РГППУ, 2023. – 372 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/369017> (дата обращения: 25.02.2024). – Режим доступа: по подписке ЭБС «Лань». – Текст : электронный.

47. Черкес-Заде, Н.М. Межпредметные связи как условие совершенствования учебного процесса (при обучении географии и ботанике в 5 классе средней школы) : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Н.М. Черкес-Заде. – Москва, 1968. – 31 с. – Текст : непосредственный.

REFERENCES

1. Avvakumova I.A., Dudareva N.V. Razvitie myslitel'nyh operacij obuchaemyh posredstvom ispol'zovanija kejs-zadaniy v kurse matematiki [The development of mental operations of students through the use of case studies in the course of mathematics]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]*, 2018, no. 8, pp. 6-11.

2. Avvakumova I.A., Dudareva N.V. Formirovanie professional'noj gotovnosti budushhego uchitelja matematiki v usloviyah vnedrenija professional'nogo standarta pedagoga [Formation of professional readiness of a future mathematics teacher in the context of the introduction of a professional standard of a teacher]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]*, 2015, no. 7, pp. 160-165.

3. Anoshina O.V., Shumihina K.A. Preimushhestva ispol'zovanija virtual'nogo fizicheskogo praktikuma v usloviyah pandemii [Advantages of using a virtual physical workshop in a pandemic]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern problems of science and education]*, 2021, no. 3, pp. 101-109.

4. Atanasjan L.S., Bazylev V.T. Geometrija. V 2 ch. Ch. 1: ucheb. posobie [Geometry. In 2 parts. Part 1]. Moscow: Knorus, 2013. 396 p.

5. Atanasjan L.S., Atanasjan V.A. Sbornik zadach po geometrii. V 2 ch. Ch. 1: ucheb. posobie dlja studentov fiz.-mat. fak. ped. in-tov [Collection of problems in geometry. In 2 parts. Part 1]. Moscow: Prosveshhenie, 1973. 256 p.

6. Atanasjan S.L., Glizburg V.I. Sbornik zadach po geometrii. V 2 ch. Ch. 1: ucheb. posobie dlja studentov I-III kursov fiz.-matem. fak. ped. vuzov [Collection of problems in geometry. In 2 parts. Part 1]. Moscow: Jeksmo, 2007. 336 p.

7. Atanasjan S.L., Pokrovskij V.G. Geometrija I: ucheb. posobie [Geometry I]. In S.L. Atanasjana (eds.). Moscow: Laboratorija znaniy, 2021. 334 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/172246> (Accessed 09.09.2023).

8. Bezrukova V.S. Pedagogika [Pedagogy]. Moscow: Infra-Inzhenerija, 2021. 324 p.

9. Berulava M.N. Integracija sodержaniya obrazovaniya [Integration of the content of education]. Moscow: Pedagogika, 1993. 172 p.

10. Blinova T.L., Unegova T.A. Mezhpredmetnye svjazi shkol'nogo kursa matematiki s predmetami estestvenno-nauchnogo cikla pri izuchenii temy «simmetrija» [Interdisciplinary connections of the school mathematics course with subjects of the natural science cycle in the study of the topic "symmetry"]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]*, 2015, no. 7, pp. 166-172.

11. Blinova T.L., Kirilova A.S. Podhod k opredeleniju ponjatija «Mezhpredmetnye svjazi v processe obuchenija» s pozicii FGOS SOO [An approach to the definition of the concept of "Interdisciplinary connections in the learning process" from the perspective of the Federal State Educational Standard]. *Pedagogicheskoe masterstvo. T. 0: materialy III Mezhdunar. nauch. konf. (g. Moskva, ijun' 2013 g.) [Pedagogical mastery. T. 0].* Moscow: Buki-Vedi, 2013, pp. 65-67. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/71/4042/> (Accessed 24.02.2024).

12. Burakova I.S., Smirnova O.S., Stepanenko G.A. Integrativnye uroki kak sredstvo realizacii mezhpredmetnyh svjazej po fizike i matematike [An approach to the definition of the concept of "Interdisciplinary connections in the learning process" from the perspective of the Federal State Educational Standard for Pedagogical Excellence]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya [World of Science, Culture, Education]*, 2021, no. 4 (89), pp. 13-15.

13. Burceva N.M. Mezhpredmetnye svjazi kak sredstvo formirovaniya cennostnogo otnosheniya uchashhihsja k fizicheskim zanjatijam. Dis. kand. ped. nauk [Interdisciplinary connections as a means of forming students' value attitude to physical activities. Ph. D. (Pedagogy) diss.]. Sankt-Peterburg, 2001. 230 p.

14. Gasanov O.M., Dashdamirov A.O.O., Sharifov G.M.O. Primenenie vektornogo analiza pri reshenii zadach po fizike v srednej shkole [The use of vector analysis in solving physics problems in secondary schools]. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya [Trends in the development of science and education]*, 2021, no. 74-5, pp. 33-36.

15. Glejzer G.D., Kejan G.I. K istorii voprosa ob izuchenii vektora [On the history of the question of studying the vector]. *Matematika v shkole [Mathematics at school]*, 1986, no. 5, pp. 54-57.

16. Gruzdeva M.L. Realizacija mezhpredmetnyh svyazey kursov vysshej matematiki i fiziki inzhenernogo vuza sredstvami komp'yuternyh tehnologij. Dis. kand. ped. nauk [Realization of interdisciplinary connections of courses of higher mathematics and physics of an engineering university by means of computer technologies. Ph. D. (Pedagogics) diss.]. Nizhny Novgorod, 2004. 168 p.
17. Guseva N.I. Denisova N.S., Teslja O.I. Sbornik zadach po geometrii. V 2 ch. Ch. I: ucheb. posobie [Collection of problems in geometry. In 2 parts. Part 1]. Moscow: Knorus, 2012. 528 p.
18. Davydov V.V. Problemy razvivajushhego obuchenija: opyt teoreticheskogo i jeksperimental'nogo issledovanija [Problems of developmental learning: the experience of theoretical and experimental research]. Moscow: Pedagogika, 1986. 240 p.
19. Dudareva N.V., Utjumova E.A. Prakticheskaja podgotovka budushhego uchitelja matematiki v processe izuchenija disciplin predmetnogo bloka v pedagogicheskom vuze [Practical training of a future mathematics teacher in the process of studying the disciplines of the subject block at a pedagogical university]. In Prjamikovej E.V. (ed.) *Praktiko-orientirovannyj podhod v obrazovanii: sb. materialov [Practice-oriented approach in education]*. Ekaterinburg, 2022, pp. 59-72.
20. Evgrafova I.V. Mezhpredmetnye svyazi kursov obshhej fiziki i vysshej matematiki v tehniceskikh vuzah. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Interdisciplinary connections of general physics and higher mathematics courses in technical universities. Ph. D. (Pedagogics) thesis]. Sankt-Peterburg, 2010. 168 p.
21. Erygin D.P., Orlova L.N. Zadachi i primery s mezhpredmetnym sodержaniem: (himija, fizika, biologija) [Tasks and examples with interdisciplinary content: (chemistry, physics, biology)]. Moscow: MGPI, 1981. 104 p.
22. Zagvjazinskij V.I. Teorija obuchenija: sovremennaja interpretacija: ucheb. posobie dlja studentov vyssh. ped. ucheb. zavedenij [Theory of education: modern interpretation]. Moscow: Akademija, 2001. 192 p.
23. Zverev I.D., Maksimova V.N. Mezhpredmetnye svyazi v sovremennoj shkole [Interdisciplinary connections in a modern school]. Moscow: Pedagogika, 1981. 159 p.
24. Zlobina S.P. Didakticheskie funkcii umenija kompleksnogo primenenija znaniy i umenij [Didactic functions of the ability of complex application of knowledge and skills]. *Nauka i shkola [Science and school]*, 2007, no. 2, pp. 4-7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didakticheskie-funksii-umeniya-kompleksnogo-primeneniya-znaniy-i-umeniy> (Accessed 24.02.2024).
25. Kirichenko O.V. Mezhpredmetnye svyazi kursa matematiki i smezhnyh disciplin v tehniceskome vuze kak sredstvo professional'noj podgotovki studentov. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Interdisciplinary connections of the mathematics course and related disciplines in a technical university as a means of professional training of students. Ph. D. (Pedagogics) thesis]. Orel, 2003. 19 p.
26. Kletenik D.V. Sbornik zadach po analiticheskoj geometrii: ucheb. posobie dlja vuzov [Collection of problems in analytical geometry]. In N.V. Efimova (ed.). Sankt-Peterburg: Lan', 2022. 224 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/187823> (Accessed 24.02.2024).
27. Komenskij Ja.A. Sochinenija [Compositions]. Moskcow: Nauka, 1947. 476 p.
28. Litvinov A.I. Razvitie ponjatija vektor v zadachah fiziki i ego formalizacija v matematike [The development of the concept of vector in physics problems and its formalization in mathematics]. *Jekonomicheskie i social'no-gumanitarnye issledovanija [Economic and socio-humanitarian studies]*, 2018, no. 2 (18), pp. 154-162.
29. Majorov V.M., Skopec Z.A. Zadachnik-praktikum po vektornoj algebre: s prilozhenijami k analiticheskoj geometrii, jelementarnoj geometrii i statike [A practical task book on vector algebra: with applications to analytical geometry, elementary geometry and statics]. Moscow: Uchpedgiz, 1961. 152 p. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472737> (Accessed 24.02.2024).
30. Maksimova V.N. Mezhpredmetnye svyazi v processe obuchenija [Interdisciplinary connections in the learning process]. Moscow: Prosveshhenie, 1988. 191 p.
31. Marshev K.V., Moiseeva L.V. Teoreticheskaja model' professional'noj gotovnosti studentov lesotehniceskogo vuza k realizacii jekologicheskogo prava [Theoretical model of professional readiness of students of a forestry university to implement environmental law]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]*, 2023, no. 2, pp. 105-112.
32. Nazarova L.P. Teoreticheskie osnovy formirovanija professional'noj gotovnosti budushhego uchitelja-predmetnika k rabote v shkole [Theoretical foundations of the formation of professional readiness of a future subject teacher to work at school]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina [Bulletin of the Leningrad State University named after A.S. Pushkin]*, 2009, vol. 3, no. 3, pp. 32-38.
33. Nasser M. Metodika realizacii mezhpredmetnyh svyazey posredstvom reshenija prikladnyh zadach v processe obuchenija matematike v vuze. Dis. kand. ped. nauk [Methodology for the implementation of interdisciplinary connections by solving applied problems in the process of teaching mathematics at a university Ph. D. (Pedagogics) diss.]. Moscow, 2008. 159 p.
34. Frangulov S.A., Sovertkov P.I., Fadeeva A.A., et al. Sbornik zadach po geometrii [Collection of problems in geometry]. Sankt-Peterburg: Moskva; Krasnodar: Lan', 2014. 242 p.
35. Semenov V.D. Ob integrativnyh osnovah social'noj pedagogiki [On the integrative foundations of social pedagogy]. Bezrukova V.S. (ed.) *Integracionnye processy v pedagogicheskoj teorii i praktike. Vyp. 3: sb. nauch. tr. [Integration processes in pedagogical theory and practice]*. Sverdlovsk: Izdatel'stvo SIPI, 1992, pp. 54-66.

36. Slastenin V.A., Isaev I.F., Shijanov E.N. Pedagogika: ucheb. posobie dlja studentov vyssh. ped. ucheb. zavedenij [Pedagogy]. In V.A. Slastenina (ed.). Moscow: Akademiya, 2002. 576 p.
37. Sokolova F.P. Vlijanie mezhpredmetnyh svyazej na povyshenie nauchnyh znaniy po fizike v 7 kl. Avtoref. dis. kand. ped. nauk [The influence of interdisciplinary connections on the improvement of scientific knowledge in physics in the 7th grade. Ph. D. (Pedagogics) thesis]. Moscow, 1973. 24 p.
38. Starceva E.V. Realizacija mezhpredmetnyh svyazej fiziki i matematiki v srednej shkole (na primere fakul'tativnogo kursa «Vektor v fizike i matematike»). Dis. kand. ped. nauk [The implementation of interdisciplinary connections of physics and mathematics in secondary school (on the example of the optional course "Vector in physics and mathematics") Ph. D. (Pedagogics) diss.]. Moscow, 2000. 70 pp.
39. Suhanova O.N. Gotovnost' klassnyh rukovoditelej i kuratorov grupp SPO k realizacii vospitatel'noj dejatel'nosti v sovremennom obrazovanii [Readiness of classroom teachers and curators of college groups to implement educational activities in modern education]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii [Pedagogical education in Russia]*, 2023, no. 4, pp. 28-40.
40. Suhii I.A. Teoreticheskie aspekty formirovaniya gotovnosti k professional'noj (pedagogicheskoi) dejatel'nosti studentov vuza – budushhikh uchitelej [Theoretical aspects of the formation of readiness for professional (pedagogical) activity of university students – future teachers]. *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta [Journal of Shadrinsk State Pedagogical Institute]*, 2013, no. 4 (20), pp. 52-57.
41. Tjunnikov Ju.S., Hasanova G.F. Integrativnye osnovaniya proektirovaniya bazovykh komponentov sodержaniya professional'no-teoreticheskoi podgotovki [Integrative foundations for designing the basic components of the content of professional and theoretical training]. In V.S. Bezrukovoj (eds.) *Integracionnye processy v pedagogicheskoi teorii i praktike: sovremennye pedagogicheskie tehnologii. Vyp. 4: sb. nauch. tr. [Integration processes in pedagogical theory and practice: modern pedagogical technologies. Issue 4]*. Sverdlovsk: Izdatel'stvo SIPI, 1993, pp. 115-132.
42. Usova A.V. Mezhpredmetnye svyazi v prepodavanii osnov nauk v shkole (na primere predmetov estestvennomatematicheskogo cikla) [Interdisciplinary connections in teaching the basics of sciences at school (on the example of subjects of the natural mathematical cycle)]. Cheljabinsk: Fakel, 1995. 15 p.
43. Fedorova V.N., Kirjushkin D.M. Mezhpredmetnye svyazi: na materiale estestvenno-nauchnykh disciplin srednej shkoly [Interdisciplinary connections: based on the material of natural science disciplines of secondary school]. Moscow: Pedagogika, 1972. 152 p.
44. Rymkevich A.P. Fizika. Zadachnik. 10-11 klassy: posobie dlja obshheobrazovat. uchrezhdenij [Physics. The task book. Grades 10-11]. Moscow: Drofa, 2012.
45. Cuberbiller O.N. Zadachi i uprazhnenija po analiticheskoi geometrii [Tasks and exercises in analytical geometry]. Sankt-Peterburg: Lan', 2023. 336 p. URL: <https://e.lanbook.com/book/339779> (Accessed 24.02.2024).
46. Chapaev N.K. Pedagogicheskaja integracija: metodologija, teorija, tehnologija: monografija [Tasks and exercises in analytical geometry / Pedagogical integration: methodology, theory, technology]. Ekaterinburg: RGPPU, 2023. 372 p. – URL: <https://e.lanbook.com/book/369017> (Accessed 25.02.2024).
47. Cherkas-Zade N.M. Mezhpredmetnye svyazi kak uslovie sovershenstvovaniya uchebnogo processa (pri obuchenii geografii i botanike v 5 klasse srednej shkoly). Avtoref. dis. kand. ped. nauk [Interdisciplinary connections as a condition for improving the educational process (when teaching geography and botany in the 5th grade of secondary school) Ph. D. (Pedagogics) thesis]. Moscow, 1968. 31 p.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

О.В. Аношина, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин, ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: anoshina@inbox.ru.

Н.В. Дударева, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры высшей математики и методики обучения математике, ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург, Россия, e-mail: dudareva-geom@yandex.ru.

Е.А. Утюмова, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики обучения естественному, математике и информатике в период детства, ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», г. Екатеринбург, Россия, e-mail: utyumovaea@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

O. V. Anoshina, Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Mathematical and Natural Sciences, Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia, e-mail: anoshina@inbox.ru.

N. V. Dudareva, Ph. D. in Pedagogy, Associate Professor, Department of Higher Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia, e-mail: dudareva-geom@yandex.ru.

E. A. Utyumova, Ph. D. in Pedagogical Sciences, Associate Professor of Department of Theory and Methods of Teaching Natural Science, Mathematics and Computer Science in Child-hood, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia, e-mail: utyumovaea@mail.ru.