

Король Андрей Дмитриевич,

Белорусский государственный университет,

ректор, доктор педагогических наук, профессор, korol_ad@bsu.by

Korol' Andrej Dmitrievich,

The Belarusian State University,

the Rector, Doctor of Pedagogics, Professor, korol_ad@bsu.by

Бровка Наталья Владимировна,

Белорусский государственный университет,

профессор кафедры теории функций, доктор педагогических наук,

кандидат физико-математических наук, профессор, n_br@mail.ru

Brovka Natal'ya Vladimirovna,

The Belarusian State University,

the Professor of the Chair of the theory of functions,

Doctor of Pedagogics, Candidate of Physics and Mathematics, professor, n_br@mail.ru

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕОРИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ

ABOUT RELEVANCE OF RESEARCHES ON THE THEORY OF TRAINING IN MATHEMATICS AND INFORMATICS

Аннотация. В статье описаны особенности математики и информатики, которыми обусловлены определенные требования к научно-методическим разработкам по теории и методике обучения математике и информатике. Приведены также трактовки межпредметных связей и наглядного моделирования, как наиболее распространенных направлений перестройки процесса обучения математике и информатике средствами компьютерных технологий.

Ключевые слова: математики и информатика; теория и методика обучения; компьютерные технологии; межпредметные связи; наглядное моделирование.

Annotation. The features of mathematics and informatics which have caused certain requirements to scientific-methodical developments in the field of the theory and a technique of training in mathematics and informatics are described in the article. Also interpretations of intersubject communications and evident modeling as most widespread directions of reorganization of process of training in mathematics and informatics means of computer technologies are given.

Keywords: mathematics and informatics; theory and technique of training; computer technologies; intersubject communications; evident modeling.

Закономерными следствиями становления и развития информационного общества в Беларуси, ускорения темпов развития производства, возникновения новых наук (математической лингвистики, психофизиологии, биомеханики, эвоинформатики и др.) стало то, что математизация и информатизация стали ведущими тенденциями в подавляющем большинстве областей современного научного знания и общественной практики. Интеграция образовательных пространств, информатизация и гуманитаризация образования, оптимизация системы менеджмента качества и уровневая дифференциация образовательной подготовки на первый план выдвигают задачу поиска путей повышения эффективности обучения учащихся и студентов математике и информатике с использованием возможностей компьютерных технологий.

Известно, что **по объекту изучения** науки делят на естественные, изучающие природу во всем многообразии ее проявлений, и общественные (или гуманитарные) – изучающие общество и различные общественные явления. **По степени связи с деятельностью людей** науки можно разделять на фундаментальные (математика, физика, химия, биология, социология, логика и т.д.) – связанные с общественной практикой опосредовано, и прикладные (или технические) – связанные с практикой непосредственно (электротехника, агрономия, медицина и др.). Тем не менее, информатика и математика занимают особое положение в классификации всех наук, вне зависимости от того, по какому признаку осуществляется эта классификация. Это связано с тем, что и математика и информатика опираются, прежде всего, на мыслительную деятельность и своеобразные символичные языки, обе относятся к сфере мыслительной деятельности, и предметом их изучения и исследования являются не столько реальные объекты, сколько продукты интеллектуальной деятельности.

Информатика – наука об общих свойствах, закономерностях и методах обработки, поиска, передачи, хранения и использования информации с помощью компьютерных средств и технологий, а также область человеческой деятельности, связанная с их применением. В самой информатике, как науке, выделяются такие новые направления исследований, как и нтернетика – прикладное научное направление, изучающее свойства, закономерности и способы использования глобальной компьютерной сети в различных сферах человеческой деятельности; коммуникативистика – наука, изучающая проблемы информационных (сетевых) коммуникаций; эвоинформатика – направление теоретической информатики, имеющее целью создание новых информационных метатехнологий для решения задач глобального моделирования сложных природных явлений на основе эволюционного подхода и др.[1]. Таким образом, информатика является наукой, которая на основе сочетания закономерностей мыслительной деятельности и

технических достижений становится также и аппаратом развития, изменения, расширения границ и обогащения других наук, жизнедеятельности общества в целом и каждого отдельного человека, в частности.

Значимость математики как науки и учебной дисциплины обусловлена такими ее характерными особенностями, как абстрактность ее объектов, логичность, универсальная применимость математических методов для моделирования процессов различной природы. Этими особенностями и обусловлена возрастающая роль математики и как непревзойденного инструмента моделирования, описания и прогнозирования динамики реальных процессов, и как средства развития мышления и логики. Вместе с тем, такие особенности как абстрактность объектов, алгоритмичность многих построений, доказательность утверждений и выводов, своеобразие символического языка свойственны и математике и информатике [2]. Эти свойства привлекают одних и представляют трудности для других. Именно поэтому опора на специфику содержания является важным ключевым требованием к педагогическим исследованиям по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения математике и информатике.

И если содержание учебного предмета предполагает ответ на вопрос **«как, каким образом»:**

- ✓вычислить, преобразовать, найти, исследовать – в математике;
- ✓составить, разработать, протестировать – в информатике;
- ✓научить – в методике обучения;

то ответы на два ключевых вопроса **«каким образом»** и **«почему»** –

- ✓этот способ целесообразен – в математике,
- ✓разработанный метод или алгоритм оптимален – в информатике,
- ✓такое обучение продуктивно – в методике как теории обучения,

расширяя и углубляя содержание учебного предмета, приближают его к содержанию соответствующей науки (математики, информатики или теории и методики обучения).

Как отмечает применительно к общему образованию А.А. Русаков, «можно ранжировать цели образования в математике и информатике по практической значимости: интеллектуальное развитие, ориентация в окружающем мире, формирование мировоззрения, ..., подготовка к будущей профессии...» [9].

Согласно положениям обобщающего исследования фундаментальных и прикладных аспектов информатизации современного образования, разработанным И.В. Роберт, «совершенствование педагогических теорий, различных методических подходов к обучению ... и методических систем обучения, реализующих дидактические возможности информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), ... рассматривается, во-первых, в

аспекте изменения парадигмы учебно-информационного взаимодействия между субъектами образовательного процесса и интерактивным источником учебной информации, функционирующим на базе ИКТ, и, во-вторых, в контексте осуществления информационной деятельности с виртуальными объектами в условиях протекания виртуальных процессов, представленных на экране» [8].

В связи с этим разработки научно-обоснованных методик, предполагающих обогащение и дополнение содержания подготовки студентов по математике и информатике, его «окраску» посредством актуализации межпредметных связей математики, информатики и профессионально-ориентированных дисциплин, а также сочетание и комплексное использование методов, форм и средств обучения с целью повышения продуктивности усвоения содержания, с необходимостью должны опираться:

- во-первых – на учет специфики этого содержания (каков объем и глубина изучения математических дисциплин, насколько связаны между собой содержательно академическая и профессионально-ориентированная составляющие образовательной подготовки студентов);

- во-вторых – на исследование мотивационно-ценностных установок обучающихся и психолого-дидактические закономерности внимания, мышления, памяти, формирования навыков и умений;

- в-третьих – на эргономические требования и возрастные, психо-физиологические особенности обучающихся (автоматический перенос методик, которые хороши для десятиклассников, в средние классы, начальную школу или для вузов недопустим, хотя попытки такого переноса встречаются).

В настоящий момент в Беларуси имеется 95 докторов педагогических наук, среди которых 10 – по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика) и нет ни одного доктора по теории обучения информатике. От современного преподавателя требуются не только глубокие знания, но и творческие умения, основанные на комплексном применении знаний и способности мобильно их использовать для решения образовательных задач. Такие характеристики, как системность, междисциплинарный характер, гуманистическая направленность, усиление практико-ориентированного, предметно-профессионального характера образования, а также внимание к аксиологической (мотивационно-ценностной) составляющей обучения сохраняют свою актуальность для вузовского образования. Этим обусловлено то, что решение научной проблемы в области теории и методики обучения, которая не теряет своей актуальности, – проблемы повышения эффективности обучения, предполагает все чаще в качестве методологического основания полипарадигмальный подход, поскольку он отражает необходимость учета

целого комплекса (системного, компетентностного, аксиологического, личностно-ориентированного, контекстного, междисциплинарного и др.) подходов, возможно, при ведущей роли одного или нескольких из них. Компетентностный подход предполагает смещение акцента со знаний, умений и навыков как основных результатов обучения и образования на готовность продуктивно развивать и оптимально использовать приобретенные знания, умения и навыки для решения учебных, образовательных или профессиональных задач. Вместе с тем, применять и развивать можно лишь то, что усвоено. Идея Андре Фуше, который в своей книге «Педагогика математики» (1952 г.) писал о необходимости синтеза в обучении двух противоположных методов: рецептурно-излагающего и эвристически-побуждающего сохраняет свою актуальность и сегодня, поскольку по-прежнему остаются ощутимыми разрывы между эмпирической арифметикой начальной школы, формально-логической математикой средней школы и абстрактно-дедуктивными теоретическими построениями высшей математики в вузе. В эвристической учебной деятельности целесообразно выделить следующие типы вопроса учащихся как их творческого продукта: когнитивные (интенсивные) вопросы ученика, направленные на более глубокое изучение нового материала; экстенсивные вопросы, связывающие тему предмета с другими темами и даже предметами; креативные вопросы. По сути, креативный вопрос – это вопрос, направленный «вглубь» междисциплинарного знания. Например, «Можно ли утверждать, что данный процесс (размножения рыб в водоеме, демографический процесс) носит экспоненциальный характер?». Данные типы вопросов позволяют оценить не только определенный знаниевый объем вопроса, но и его творческую составляющую. При этом важным компонентом содержания системы эвристического обучения является эвристическое задание, в структуре которого так же присутствуют все три ключевых типа вопросов: «Что?», «Как?», «Почему?». Тип вопросов «Что?» определяет образовательные знаниевые объекты в рамках стандарта, а так же личностно-значимые элементы для учащегося. Вопрос «Как?» позволяет обнаружить взаимосвязи между выявленными реальными объектами, наполнить их личностно-значимым для учащегося смыслом. Третий, творческо-рефлексивный уровень задания определяет постановку учащимся самому себе личностно-значимого вопроса «Почему?» [5].

Сочетание рецептурно-излагающего стиля обучения с организацией учебного процесса, предполагающей обучение способам деятельности – навыкам анализа, обоснования, исследования,

алгоритмизации и др. и методам работы с содержанием обучения, может быть реализовано лишь на основе аксиологического, деятельностного и личностно-ориентированного подходов и целесообразного, оптимального использования компьютерных технологий.

При этом имеет смысл определять эффективность не только лишь как достижение искомого результата при минимальных затратах, а как достижение искомого результата при допустимых затратах: можно проводить занятие сразу с 1000 человек – это минимизирует затраты, но насколько это будет эффективно? Отличие эффективности от других мер качества в том, что она как мера формируется в пространстве результаты – затраты – цели. Наиболее взвешенной, на наш взгляд, является трактовка эффективности, данная с позиций системного анализа: «эффективность – способность достигать конечный результат в форме решения реальных системных задач за практически приемлемое время с практически допустимыми затратами вычислительных, финансовых и иных ресурсов» [4].

Проблема повышения эффективности математической подготовки и поиска путей отражения ценности математических знаний в содержании обучения и дальнейшей профессиональной деятельности будущих специалистов – важная составляющая обеспечения качества образовательного процесса, как в школе, так и в вузе. Этим обусловлена актуальность проблемы подготовки и аттестации кадров высшей квалификации по теории обучения математике и информатике.

Изучение тематики последних лет и содержания исследований российских, украинских и белорусских авторов свидетельствует о том, что использование возможностей компьютерных технологий для обучения, реализация взаимосвязей профессионально-ориентированных дисциплин и математики, а также использование различных форм наглядности – наиболее распространенные способы совершенствования процесса обучения.

Эффективность процесса обучения с использованием компьютерных технологий все в большей степени начинает зависеть от того, является ли продуманным и гибким сочетание в подготовке обучающихся традиционного («контактного») и компьютерного обучения, насколько обоснованы в исследовании положения дидактики как теории обучения. При этом сочетание рецептурно-излагающего и эвристического обучения, диалогичного в своей основе, воплощает принцип «бытие человека-бытие с другими» из области философского знания в образовании [5].

В связи с этим закономерно встает вопрос об определении степени активности, вовлеченности обучаемых (как будущих учителей, так и учащихся) в процесс обучения с использованием электронных ИОР. Как показали

исследования, человек запоминает только 10% того, что он читает, 20% того, что слышит, 30% того, что видит, 50–70% запоминает при участии в групповых дискуссиях, 80% – при самостоятельном обнаружении и формулировании проблемы. И лишь когда обучающийся непосредственно участвует в реальной деятельности, в самостоятельной постановке проблем, выработке и принятии решения, формулировке выводов и прогнозов, он запоминает и усваивает материал на 90% [7]. Современное образование, которое включает и обучение математике и информатике, имеет преимущественно монологичный характер: содержание образования рассматривается в качестве педагогически адаптированного социального опыта, передаваемого обучающемуся. Если подобная передача не учитывает субъектность ученика: цели, смыслы, его личностные особенности, то ему передается не опыт, а информация, которая является «ничейной», а потому зачастую отчуждается, поскольку подается она в готовом виде (законы, теоремы, постулаты и др.), и обучающийся не участвует в процессе ее «приготовления» [5]. Необходимо учитывать, что электронные средства обучения существенно урезают и видоизменяют возможность субъект-субъектного взаимодействия «глаза в глаза», которое трудно-формализуемо и предполагает личностное взаимодействие, что особенно важно для обучающихся. В этом-то и заключается человекоподобный смысл телекоммуникаций в учебном процессе – предоставить обучающемуся возможность самореализации, которая невозможна без «зеркала» – получения «сигнала» от других о том, каков его образовательный продукт [5].

Одним из инструментов сетевой компьютерной поддержки обучения, получивших развитие в Европе, и позднее – в образовательном пространстве Беларуси, стал подкастинг – технология создания и трансляции аудио- и видеофайлов в интернете (от iPod и broadcasting – «широковещание»), которая представлена как одна из перспективных технологий организации обучения порталом EDUCAUSE и явилась основой направления педагогики Podogogy («подогогика») – педагогики подкастинга [11]. Тем не менее, данные социологического исследования, проведенного в университете Эксетера, входящего в двадцатку лучших университетов Англии, показали, что 64 % студентов (обучаемых по специальности «психология») признали, что технология подкастинга хороша лишь для повторного прослушивания лекции, являясь полезным дополнением традиционных лекционных занятий, которые предполагают субъект-субъектное взаимодействие участников образовательного процесса [12]. Таким образом, ответы на вопросы **каким образом, почему и насколько** предложенные методы и формы способствует продуктивности (эффективности, повышению качества) обучения, каковы **критерии и показатели** этой продуктивности – важны для исследований по теории и методике обучения.

Как показывает практика, студенты первых курсов считают основным показателем усвоения материала или математического текста умение воспроизвести его пересказ. Однако, соблюдение последовательности изложения фактов и подробность изложения не всегда означают понимание существа излагаемого. Если пересказ текста в гуманитарных дисциплинах ставит во главу угла воспроизведение и описание последовательности фактов, их эмоциональную окраску, то пересказ математического текста имеет свою специфику. Она определяется тем, что используемые в формулировках термины и связки между ними имеют строго определенную смысловую нагрузку. Все символьные математические записи отражают определенную идею, и их отрицания строятся согласно четко оговоренным законам логики. Понимание основной идеи, логики выстраивания символьных формулировок математических понятий и свойств, освоение способов сочетания свернутых и пошаговых действий при решении задач изоморфно усвоению содержания.

В связи с этим в области теории обучения представляют интерес разработки, связанные с организацией содержания обучения студентов математическим дисциплинам посредством целенаправленной реализации семантических связей между математическими объектами разной степени общности [3]. Например, возможности использования JavaScript позволяют четыре однотипных фрагмента, отражающих семантические связи в формулировках сходимости для разных математических объектов, выделить одним и тем же цветом. Отличия в формулировках понятия «сходимость», связанные с переходом от одного объекта к другому (от последовательности – к функции, затем – к интегралу или ряду) визуально отражаются на мониторе, не нарушая структуру формулировки и сохраняя цветовую палитру ее фрагментов. Кроме того, JavaScript позволяет реализовать текстовые пояснения к каждой из частей формулировки, что весьма важно для повышения продуктивности усвоения материала.

Визуализация средствами JavaScript различий между формулировками поточечной и равномерной сходимости позволяет подчеркнуть, что существенно важным является порядок следования выделенных фрагментов. Перенос лишь одного фрагмента формулировки из середины в начало изменяет ее смысл, позволяя перейти от определения равномерной к поточечной сходимости и наоборот. Даже для достаточно сильных студентов усвоение различия между этими определениями представляет определенные трудности, поскольку традиционно сложившаяся многолетняя практика обучения опирается на использование лишь их символьных формулировок [3]. Целесообразность выделения структурных частей определения, установления аналогий между ними применительно к различным математическим объектам и визуализация

понятий с целью выявления их смысла для студентов математических специальностей способствует решению двуединой задачи:

- в отношении формирования академических компетенций – позволяет обеспечить установление внутридисциплинарных связей, реализовать рассредоточенное во времени повторение пройденного и установить преемственные связи известного материала с новым;

- в отношении формирования профессиональных компетенций – иллюстрирует важность осознанного обретения математических знаний и умений использовать компьютерные технологии для создания средств обучения, учитывающих содержательные, логические взаимосвязи изучаемых объектов и логику их установления.

К неразработанным в последние годы аспектам теории обучения в Беларуси относятся и проблемы практико-ориентированного обучения математике и информатике студентов различных специальностей. Аналогичные разработки российских авторов не вполне отражают специфику подготовки студентов в нашей стране. Это связано с тем, что наряду с требованиями к результатам подготовки, которые согласуются с Дублинскими дескрипторами, важнейшей регулятивной основой образовательной подготовки специалистов в вузе выступают запросы регионального социально-экономического развития Беларуси. Средствами реализации практико-ориентированного обучения в содержании обучения студентов математике выступают межпредметные связи. При этом мы опираемся на трактовку, согласно которой межпредметные связи – педагогическая категория, **обозначающая** синтезирующие отношения и связи между объектами, понятиями и положениями, изучаемыми разными науками, **отражающая** явления и процессы реальной действительности, **находящая** свое выражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и **выполняющая** образовательную, развивающую и воспитывающую функции в их взаимосвязи [2].

К концепциям, реализующим внутри- и междисциплинарные связи в обучении на основе использования познавательной роли визуализации или когнитивно-визуального подхода (Р. Арнхейм, М.И. Башмаков, Н.В. Бровка, В.А. Далингер, Н.А. Резник) относятся концепции наглядного моделирования (В.В. Афанасьев, Е.И. Смирнов и др.) и сгущения учебной информации (С.П. Грушевский, А.А. Остапенко). Эти концепции являются продолжением и развитием и теорий укрупнения дидактических единиц Б.П. Эрдниева, опорных сигналов В.Ф. Шаталова, создания крупномодульных опор М.А. Чошанова и предполагают сокращение времени на обучение предметам (математике, биологии, географии и др.) и более глубокое усвоение материала обучающимися.

В предложенной Е.И. Смирновым трактовке наглядного моделирования в обучении математике важными являются требования диагностично поставленной цели обучения, а также верификация и устойчивость результата обучения [10]. Однако, в ней идет речь лишь о «внутренних» действиях обучаемого, совершаемых в процессе знаково-символьной деятельности, а при обучении математике и информатике результативность обучения диагностируется на основе действий обучаемых, которые имеют внешние проявления и касаются не только знаков и символов. Дополняя эту трактовку, под наглядным моделированием в обучении математике будем понимать использование различных видов наглядности в установлении и моделировании существенных свойств, отношений и связей математических объектов в процессе освоения обучающимся способов знаково-символической, логико-вычислительной, аналитико-исследовательской деятельности при изучении содержания математических дисциплин для достижения устойчивого, адекватного диагностично поставленной цели, результата обучения, познания и развития.

Применительно к обучению математике использование готовых схем, «элисторов» и т.д. может быть полезным для обобщающего или распределенного во времени повторения. Стремление некоторых авторов объединить общим замыслом на одном рисунке много понятий и связей понятно, но далеко не всегда для обучаемых, которые только начинают осваивать материал, нагромождение объектов на схеме или рисунке проясняет ситуацию. В отличие от глобуса, который ценен при обучении географии, разработки математического «глобуса» требуют осторожности. Поскольку слишком легкие и слишком сложные задания гасят мотивацию к познанию и изучению, необходимым условием эффективности использования наглядного моделирования в обучении математике является наличие этапа пояснений и сопровождения готовых изображений математически корректным толкованием, отвечающим уровню подготовки обучаемых.

Взвешенная, научно-обоснованная реализация этих положений с использованием возможностей компьютерных технологий способствует тому, что содержание обучения становится более компактным, в методах обучения больше места отводится опосредованному, распределенному во времени повторению материала (в том числе, в реконструированном виде), в формах обучения подключаются возможности дозирования и целесообразной нелинейной организации содержания, наглядного моделирования, визуализации и дифференциации информационной плотности материала. Это обеспечивает эмерджентность дидактической образовательной системы (способность компонентов этой системы во взаимодействии обретать те качества, которыми, взятые в отдельности, они не обладают) и является важной составляющей повышения эффективности обучения.

Литература

1. Абламейко С.В., Новик И.А., Бровка Н.В. Краткий курс истории вычислительной техники и информатики. Минск: БГУ, 2014. 183 с.
2. Бровка Н.В. Обучение студентов математике на основе интеграции теории и практики: монография. Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2015. 273 с.
3. Бровка Н.В. О реализации семантических связей при обучении студентов математическому анализу // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: в 12 т. Т.5, СПб., СГТУ, май 2017 / под общ. ред. А. А. Большакова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 140 с. С. 97-102.
4. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. Киев: Наукова думка, 2005. 743 с.
5. Король А.Д. Система эвристического обучения на основе диалога: опыт проектирования и реализации // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серія 3. Філалогія. Педагогіка. Псіхалогія. Том 6, №1, 2016. С. 57 – 64.
6. Король А.Д. Общение и проблемы дистанционного образования // Вопросы философии. 2011. №6. С. 173-176.
7. Курьянов М.А., Половцев В.С. Активные методы обучения. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.
8. Роберт И.В. Современное состояние информатизации отечественного образования: фундаментальные и прикладные исследования // Информатизация образования – 2017: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 15-17 июня 2017 г.) / отв. ред. Н.В. Софронова. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2017. С. 3-29.
9. Русаков А.А. Математика и информатика в непрерывном образовании // Информатизация образования – 2017: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 15-17 июня 2017 г.) / отв. ред. Н.В. Софронова. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2017. С. 50-62.
10. Смирнов Е.И. Наглядное моделирование в обучении математике: теория и практика. Ярославль: Издательство ЯГПУ, 2007. 454 с.
11. Университет в современном обществе: БГУ в стане и мире / С.В. Абламейко [и др.]; под общ. ред. акад. С.В. Абламейко. Минск: БГУ, 2015. 311 с.
12. Whybra L. The Use of Lecture Podcasts as a Learning Tool Psychology Students. [Electronic resource]. URL: <http://www.exeter.ac.uk> (date of access: 13.03.2017).